

Universitat de Lleida

Estudio sobre Evaluación de la Usabilidad Móvil y Propuesta de un Método para Tests de Usabilidad Cuantitativos basado en Técnicas de *Eyetracking*

Directora: Montserrat Sendín Veloso

Codirector: Juan José Rodríguez Soler

Alumna: Cira Cuadrat Seix

Julio, 2012

Agradecimientos

A mis padres, Demetri y Antonia, por siempre estar a mi lado apoyándome.

A Víctor, por apoyarme y seguir ahí, incluso cuando yo no estaba.

*A mis amigos, en especial a David y Jonathan, que a pesar de ser mis “coneillos de indias”,
siguen animándome.*

*A Reche, por cederme durante un mes su móvil rooteado y participar como usuario a pesar
de la distancia.*

A mis directores, Montse y Juanjo, que han estado al pie del cañón en todo momento.

*Finalmente, agradecer a todos y cada uno de los amigos, compañeros, conocidos, profesores,
familiares y un largo etc., que habéis participado en las sesiones experimentales, sin vuestra
ayuda desinteresada, no hubiese podido realizar este trabajo.*

Parte del trabajo realizado en esta memoria ha sido sintetizado en la publicación científica que será presentada como artículo largo en el congreso de Interacción 2012, con el título:

Towards the Validation of a Method for Quantitative Mobile Usability Testing Based on Desktop Eyetracking.

Índice

Índice	4
Resumen.....	7
Figuras	8
Tablas	11

Capítulo 1. Introducción.....	12
1.1. Problemática	13
1.2. Motivación	14
1.3. Objetivos del Trabajo	14
1.4. Estructura del Trabajo	15

Parte 1: Contextualización

Capítulo 2. Técnicas y Metodologías en el Estudio de la Usabilidad	17
2.1. El Concepto de Usabilidad.....	17
2.2. Evaluaciones con Expertos	18
2.2.1. Evaluaciones Heurísticas	19
2.2.2. Otras Metodologías de Evaluación con Expertos.....	21
2.3. Tests de Usabilidad.....	22
2.3.1. Consideraciones Acerca de los Tests de Usabilidad	23
2.3.2. Tests Remotos	26
2.3.3. Técnicas de <i>Eyetracking</i>	27
2.4. Análisis Comparado de Usabilidad	29
Capítulo 3. Dispositivos Móviles	31
3.1. Características Principales.....	31
3.2. Tipologías	32
3.2.1. Teléfonos Inteligentes	33
3.2.2. <i>Tablets</i>	34
3.3. Estilos de Interacción	35
3.4. Problemática Asociada a los Dispositivos Móviles.....	38

Parte 2: Estado del Arte en Evaluación de la Usabilidad en Dispositivos Móviles

Capítulo 4. Adaptaciones Realizadas en el Estudio de la Usabilidad Móvil	43
4.1. Dificultades en la evaluación de la usabilidad móvil.....	43
4.2. Evaluaciones con Expertos	44
4.2.1. Evaluaciones Heurísticas	45
4.2.2. Otros Métodos de Evaluación con Expertos	47
4.3. Tests de Usabilidad.....	50
4.3.1. Tests en Laboratorio versus Tests de Campo.....	51
4.3.2. Otras Consideraciones Particulares Acerca de los Tests de Usabilidad en Interfaces Móviles	52
4.3.3. Tests Remotos	56
4.3.4. Técnicas de <i>Eyetracking</i>	57
Capítulo 5. Caso Especial en Técnicas de <i>Eyetracking</i>	59
5.1. Equipos Montados en la Cabeza	59
5.1.1. Gafas de <i>Eyetracking</i>	59
5.1.2. Cascos y Otros Equipos de <i>Eyetracking</i>	61
5.2. Sensor Acoplable y Carrito de <i>Eyetracker</i>	62
5.3. <i>Eyetracker</i> de Sobremesa.....	65
5.3.1. Configuración con Emulador	66
5.3.2. Configuración de Debajo de la Mesa	68
Capítulo 6. Comparativa de las Técnicas de <i>Eyetracking</i> en Dispositivos Móviles	70
6.1. Problemáticas de las Técnicas de <i>Eyetracking</i> para Dispositivos Móviles	70
6.2. Comparativa Realizada por un Fabricante	72
6.3. Factores a tener en cuenta en las Soluciones de <i>Eyetracking</i> Existentes	74
6.3.1. Factores Asociados al Equipo de <i>Eyetracker</i> Utilizado.....	74
6.3.2. Factores Asociados a la Configuración Empleada	77
6.3.3. Factores Asociados al Usuario.....	77
6.4. Comparativa de las Distintas Configuraciones de <i>Eyetracking</i> para Dispositivos Móviles	78

Parte 3: Propuesta y Validación de un Método que combina el Eyetracker de sobremesa con Dispositivos Móviles

Capítulo 7. Método Propuesto.....	83
-----------------------------------	----

7.1. Descripción del Método	83
7.2. Requerimientos de <i>Software</i>	84
7.2.1. Exploración de Herramientas de <i>Screencasting</i> para Android.....	84
7.3. Configuración y Preparación del Test	86
7.4. Recomendaciones en la Aplicación del Método	87
Capítulo 8. Estudio Experimental Llevado a Cabo	89
8.1. Consideraciones Iniciales	89
8.2. Participantes.....	90
8.3. Diseño Experimental	91
8.4. Procedimiento	95
Capítulo 9. Análisis de los Datos Obtenidos.....	97
9.1. Datos Obtenidos a partir de las Métricas del <i>Eyetracker</i>	97
9.2. Análisis Estadístico de los Datos del <i>Eyetracker</i>	100
9.3. Resultados del Cuestionario Final	102
Capítulo 10. Discusión de los Resultados.....	104
10.1. Discusión de los Resultados Obtenidos del Análisis.....	104
10.2. Comparativa del Método Propuesto.....	106
Capítulo 11. Conclusiones y Trabajo Futuro	110
11.1. Conclusiones	110
11.2. Trabajo Futuro.....	113
Referencias.....	115
Bibliografía General.....	119

Resumen

Debido a la creciente evolución de la tecnología móvil y, en especial, del *software* de soporte (entre otros, aplicaciones de usuario), el estudio y adecuación de los métodos de evaluación de la usabilidad para este tipo de contextos es una demanda cada vez más creciente y, a la vez, retante.

Los métodos y principios de usabilidad utilizados para el estudio y medición de la usabilidad se centran principalmente en técnicas y tests orquestados en entornos físicos estáticos. Nos referimos a entornos donde el usuario se encuentra posicionado delante de un ordenador de sobremesa u homólogo, generalmente en entornos controlados, con el fin de aprovechar el equipamiento propio de los laboratorios de usabilidad. Cabe destacar que en muchos casos se siguen utilizando estas mismas técnicas y configuraciones inclusive en la evaluación de interfaces para dispositivos móviles.

Sin embargo, es obvio que con las técnicas tradicionales los problemas propios de un contexto móvil no podrán ser detectados. Por este motivo, existe una necesidad creciente en la línea de explorar metodologías de evaluación de la usabilidad específicamente adaptadas para dispositivos móviles. Por otro lado, debido al limitado ciclo de vida de este tipo de desarrollos y a la incesante evolución de la tecnología móvil, dichas técnicas deben cumplir, en un mayor grado de exigencia, el requisito de que sean sencillas y rápidas de aplicar, a la vez que exhaustivas.

Las técnicas y equipamiento actual particularmente adaptado para este tipo de interfaces, como es el caso de equipos específicos de *Eyetracking* para dispositivos móviles, captan y registran únicamente datos de tipo cualitativo. Esta restricción se debe, principalmente, a las particularidades físicas de este tipo de dispositivos, caracterizados por un tamaño de pantalla limitado.

Este trabajo presenta un estudio del trabajo relacionado en este campo, teniendo en cuenta los esfuerzos realizados en líneas generales hasta el día de hoy, para luego centrarse en el estudio específico de aplicación de técnicas de *Eyetracking* en el análisis de la usabilidad de interfaces móviles. Teniendo en cuenta la problemática existente, se propone un método para el aprovechamiento de un equipo de *Eyetracking* de sobremesa, combinándolo con el uso de dispositivos móviles. La meta perseguida es habilitar un método de estudio de la usabilidad móvil ágil y exhaustivo, que recabe datos sólidos cuantitativos y cualitativos, con especial atención al comportamiento visual del usuario.

El trabajo culmina con un estudio experimental con un doble propósito: (1) realizar un primer estudio de la validez del método; y (2) analizar empíricamente cómo sacarle el máximo rendimiento tratando en todo momento de equiparlo al uso real de un dispositivo físico. La meta perseguida es la de proponer recomendaciones para el uso más idóneo del método, para lo que se emplean criterios de validez externos. Se presentan los resultados más relevantes obtenidos hasta el momento, relativos al análisis de las métricas de *eyetracking*.

Figuras

Figura 1. Esquema típico de un laboratorio de usabilidad.

Figura 2. Ruta sacádica obtenida de *Usolab*.

Figura 3. Mapa de calor de la web de *GRIHO*.

Figura 4. Mapa de zona ciega obtenido de *Usolab*.

Figura 5. Comparativa de los tamaños de pantalla de los *smartphones* actuales.

Figura 6. Comparativa de las *tabletas* más populares a finales de 2011.

Figura 7. Diferentes teléfonos inteligentes de la marca *Blackberry*.

Figura 8. *Eee Pad Transformer Prime* de la marca *Asus*.

Figura 9. *Tablet PC* con soporte y *stylus* para su manejo.

Figura 10. Funda para el *iPhone* para personas ciegas o con visión reducida.

Figura 11. Comparativa de dos modelos de *smartphone* de la marca *HTC*.

Figura 12. Factores de la evaluación de la IU de los dispositivos móviles.

Figura 13. Test de usabilidad simple en una pizarra.

Figura 14. Test de usuario mediante la técnica de *think aloud* usando 2 cámaras.

Figura 15. Test de usuario realizado en diferentes escenarios y contextos de uso.

Figura 16. Dispositivo acoplado al móvil comercializado por la marca *Noldus*.

Figura 17. Dispositivo *Claw-Hand* anclado tanto a un *Smartphone* como a una *Tablet*.

Figura 18. Gafas de Eyetracking comercializadas por la marca *SMI*.

Figura 19. Captura de la información obtenida mediante las gafas.

Figura 20. Dispositivo y captura de las visualizaciones que se obtienen con el proyecto *OpenEyes*.

Figura 21. Gafas y mochila del proyecto *ISU*.

Figura 22. Casco Eyetracker del proyecto *Oversight*.

Figura 23. Equipo *Eyetracker* montado a la cabeza Eyetracker de la marca *SOUVR*.

Figura 24. Sensor acoplable *Eyetracker* de la marca *Tobii*.

Figura 25. Sensor acoplable en el carrito *Eyetracker* de la marca *Tobii*.

Figura 26. Sensor acoplable en la configuración independiente.

Figura 27. Sensor acoplable en otra versión de la configuración independiente.

Figura 28. *FaceLAB* configurado en el interior de un vehículo.

Figura 29. *Eyetracker* ligero de la marca Tobii.

Figura 30. *Eyetracker* de Sobremesa de la marca Tobii.

Figura 31. Configuración con emulador.

Figura 32. Captura de la visualización de un emulador con sistema operativo *Android*.

Figura 33. Configuración de debajo de la mesa.

Figura 34. Configuración de debajo de la mesa con los elementos básicos necesarios especificados.

Figura 35. Ejemplo de como la precisión del *eyetracker* puede variar de 0,01 a 1 dependiendo del fabricante y de los movimientos del usuario.

Figura 36. Ejemplo de pantalla de calibración por seguimiento de puntos.

Figura 37. Ejemplo de Screencasting para *Android* con la aplicación *Air*.

Figura 38. Captura de la visualización de la aplicación *MyMobiler*.

Figura 39. Participante realizando la calibración con el *eyetracker* previa a la realización de la prueba.

Figura 40. Diferentes vistas del *smartphone HTC Desire*.

Figura 41. Imágenes de las 3 diferentes etapas del experimento.

Figura 42. Imágenes de los tres tamaños de proyección sobre el dispositivo de pantalla táctil.

Figura 43. Gráfica del incremento de los tamaños de la proyección en los dispositivos de sobremesa.

Figura 44. Captura de la matriz 6x6 en una iteración, cuya letra escondida es la "s".

Figura 45. Captura del informe csv obtenido de un participante al azar en un ensayo con 50 iteraciones.

Figura 46. Rutas sacádicas de las 3 proyecciones de un mismo participante.

Figura 47. Gráfica de la media de duración de las fijaciones para los 3 tamaños de proyección.

Figura 48. Gráfica de los resultados obtenidos en el cuestionario final.

Figura 49. Rutas sacádicas de las 3 proyecciones de un mismo participante.

Figura 50. Gráfica de los resultados obtenidos en el cuestionario final.

Tablas

Tabla 1. Heurísticas móviles.

Tabla 2. Comparativa de las tres configuraciones principales según el análisis del fabricante *Tobii*.

Tabla 3. Cuadro comparativo de los diferentes dispositivos y sus configuraciones.

Tabla 4. Características de las pantallas de los 3 dispositivos de interacción.

Tabla 5. Diseño experimental llevado a cabo.

Tabla 6. Resultados obtenidos de la aplicación de ANOVA para las dos métricas de *eyetracking*.

Tabla 7. Resultados obtenidos de las pruebas *post hoc* de las dos métricas.

Tabla 8. Cuadro comparativo de las diferentes configuraciones de *eyetracking* con el método propuesto.

Capítulo 1. Introducción

En los últimos años los avances en el diseño de los chips y otros componentes *hardware*, así como la agilización y la expansión de la cobertura de las redes, han propiciado la creación de diversos dispositivos que acercan la tecnología a muchas más personas. Dichos dispositivos, conocidos como dispositivos móviles, abarcan desde teléfonos inteligentes como el *iPhone de Apple*¹ o los teléfonos *Android de Google*², hasta dispositivos informáticos portátiles como ultraportátiles y *smartbooks*, dispositivos de tableta como el *iPad de Apple*³ o el *Galaxy Tab de Samsung*⁴, o dispositivos de uso específico como es el *Kindle de Amazon*⁵.

La tecnología inalámbrica se ha convertido en la puerta de Internet para miles de millones de personas en todo el mundo, especialmente porque cada vez más gente utiliza el teléfono móvil como su principal dispositivo para conectarse a la red.

Como comenta en uno de sus artículos Gartner, Inc. [1], una empresa mundial de asesoría e investigación sobre tecnologías de la información, el número total de teléfonos inteligentes vendidos en todo el mundo sólo en 2010 fue de 296,6 millones. La industria en su conjunto tuvo su mayor mercado en las regiones desarrolladas con redes más rápidas y cobertura 3G o similar. Los teléfonos inteligentes y los ultraportátiles están impulsando la demanda de redes de banda ancha móviles y *Wifi*, ya que estos dispositivos se están convirtiendo en el medio principal que la gente usa para conectarse.

En junio de 2011, *Apple* contaba con más de 2.000 millones de descargas y 225.000 aplicaciones en su tienda de aplicaciones, mientras, *Google*, gracias a la competencia ejercida por su sistema operativo *Android* y su tienda, *Google Play Store*⁶, ofreció más de 250 millones de descargas, y contaba con más de 65.000 aplicaciones [1]. Cabe destacar que el resto de los fabricantes y operadores están desarrollando sus propias tiendas de aplicaciones, potenciando así las características propias de los dispositivos y su uso por parte de los usuarios de dispositivos móviles.

¹ Sitio oficial de *iPhone* de *Apple*: <http://www.apple.com/es/iphone/>

² Listado de las diferentes marcas que ofrecen móviles con sistema operativo *Android*:
<http://www.android.es/movilesandroid.html#axzz1zowfG9xb>

³ Sitio oficial de *Ipad* de *Apple*: <http://www.apple.com/es/ipad/>

⁴ Sitio oficial de la *tablet* de *Samsung Galaxy*: <http://www.samsung.com/es/consumer/mobile-phone/tablets/tablets/GT-P7100MSAATL>

⁵ Sitio Oficial de *Kindle*:

http://www.amazon.es/gp/feature.html/?ie=UTF8&docId=1000622643&ref=famstripe_kf

⁶ Sitio oficial de *Google Play Store*: <https://play.google.com/store/apps>

1.1. Problemática

El rápido crecimiento de los teléfonos inteligentes y de las tiendas online de aplicaciones específicamente desarrolladas para ellos ha introducido una amplia gama de aplicaciones móviles en el mercado, estimulando la adquisición por parte de los clientes. Muchas de estas aplicaciones hacen uso de las prestaciones de los teléfonos inteligentes (cámaras integradas, la capacidad de localización y de cálculo de rutas mediante *GPS*, el acceso a Internet, gestión de sensores, soluciones de accesibilidad, etc.), lo que da lugar a nuevas funcionalidades que resultan útiles y atractivos a los consumidores.

Sin embargo, a pesar del auge de dichas tecnologías y de la creación masiva de aplicaciones, uno de los temas pendientes es la concreción de pautas y métricas adecuadas para garantizar la usabilidad en estos dispositivos, así como de unas técnicas apropiadas para su evaluación.

Durante la última década, la investigación en usabilidad móvil ha constituido una nueva área de expansión. Aunque se ha avanzado en términos de innovación tecnológica, existen claras limitaciones y retos por afrontar, teniendo en cuenta las características de los dispositivos móviles. Dichas características hacen que la evaluación de la usabilidad de las aplicaciones para este tipo de entornos sea un área de estudio creciente. No obstante, se requiere un mayor esfuerzo en la línea de buscar una adecuación de las técnicas y métodos de usabilidad hasta ahora establecidos a las particularidades de este tipo de dispositivos, así como en la integración de aspectos relacionados con la variabilidad propia de un contexto móvil.

La primera de estas particularidades es la limitación más evidente, el potencial de hardware. Estos dispositivos, aunque pequeños ordenadores de bolsillo, no tienen las capacidades computacionales que poseen sus homólogos de sobremesa, lo que constituye un factor importante a la hora de desarrollar aplicaciones específicas. Otro factor determinante es el tamaño de la pantalla, que aunque cada vez son mayores y más optimizadas, lo que introduce una experiencia de usuario cada vez más satisfactoria, sigue siendo un aspecto limitante en lo que concierne a la usabilidad, tal y como se constata en [2].

A pesar de todos los esfuerzos realizados hasta el momento en este campo, hoy en día buena parte de las aplicaciones móviles existentes siguen siendo difíciles de usar y carecen de flexibilidad y robustez. Hasta el momento, el estudio de la usabilidad está completamente ligado a entornos físicos estáticos, orientados a la evaluación de aplicaciones de sobremesa.

Por otra parte, debido al ciclo de vida limitado que caracteriza el desarrollo de una aplicación móvil, el rápido avance de estas tecnologías y un mercado muy competitivo, estas técnicas y metodologías deberían seguir un enfoque más ágil que en el caso de las interfaces tradicionales.

En conclusión, se requiere un mayor análisis y estudio en este campo, a fin de explorar metodologías de evaluación de la usabilidad específicamente adaptadas para dispositivos móviles, facilitando mecanismos exhaustivos y ágiles.

Este trabajo ofrece un estudio del estado del arte en este campo, haciendo hincapié en una de las técnicas más aceptadas actualmente en el estudio de la usabilidad, y que a su vez ofrece

una mayor dificultad al ser aplicada en entornos de movilidad. Se trata de las técnicas de *Eyetracking*.

1.2. Motivación

A raíz del proyecto final de máster realizado para el máster oficial de *Software Libre* de la *Universidad Oberta de Catalunya*, relacionado con el cálculo de rutas en dispositivos móviles (*Route optimization and customization using real geographical data in Android mobile devices*⁷), me di cuenta de las limitaciones inherentes a las tecnologías móviles en general.

La mayoría de problemáticas que identifiqué derivaban de las propias características de los dispositivos móviles: el tamaño de las pantallas pequeñas, baja resolución de las pantallas, métodos de entrada no tradicionales, así como dificultades de navegación. Además, me di cuenta de que existen relativamente pocas metodologías establecidas o prácticas realistas que aseguren la mejora de la usabilidad en este tipo de interfaces.

En mi trabajo anterior, la mejora de una aplicación de ubicación geográfica y cálculo de rutas, buscando metodologías para mejorar la experiencia de usuario de la aplicación, descubrí que la mayoría de tests que se habían realizado para evaluar aplicaciones similares eran bastante simples y rudimentarios. La mayoría de datos que se extraían de ellos eran meramente cualitativos, fruto de tests de campo. Se puede decir que fue esta problemática la que despertó mi interés en el tema de evaluación de la usabilidad móvil.

Este trabajo nace con la motivación de ofrecer mi granito de arena en el estudio de la usabilidad móvil, teniendo en cuenta los esfuerzos realizados hasta el momento, intentando aportar un método específico de *eyetracking* que permita una evaluación de la usabilidad exhaustiva en dispositivos móviles.

1.3. Objetivos del Trabajo

Los principales objetivos del trabajo se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Realizar un estudio exhaustivo del estado del arte de las técnicas de evaluación de la usabilidad para dispositivos móviles mostrando las principales soluciones aportadas en el campo para la evaluación de los dispositivos móviles.
- Presentar las problemáticas inherentes en la evaluación de este tipo de dispositivos.
- Proponer un método ágil y exhaustivo que permita aprovechar un equipo de *Eyetracker* de sobremesa que, a través de una adecuada configuración de evaluación, habilite su aplicación en la realización de tests de usabilidad cuantitativos para interfaces móviles.
- Realizar una comparativa entre las soluciones existentes en la literatura, en la que también se incluya el método propuesto.
- Conducir un estudio experimental que sirva de base para la validación del método.

⁷ Trabajo final del master de *software libre* disponible en: <http://hdl.handle.net/10609/11632>

- Analizar y extraer conclusiones de los resultados obtenidos a partir de la experimentación.
- Perfilear la línea a seguir para la obtención de datos concluyentes en lo que respecta a la validación del método, y que conduzcan a la definición de recomendaciones para la aplicación óptima del método propuesto.

1.4. Estructura del Trabajo

El presente trabajo se estructura en tres grandes partes: la primera parte es la contextualización; la segunda parte, es el estado del arte en evaluación mediante técnicas de *eyetracking*; y finalmente, la tercera, consiste en una propuesta de aplicación de técnicas de evaluación de la usabilidad empleando la técnica de *eyetracking* en dispositivos móviles.

La primera parte, contextualización, consta de 3 capítulos. El capítulo 2 presenta los conceptos más importantes relacionados con usabilidad, así como las principales técnicas actualmente empleadas en la evaluación de la usabilidad en general. El capítulo 3 está centrado en los dispositivos móviles, presentando su problemática y haciendo hincapié en los dos más populares: los *smartphones* y las *tablets*.

La segunda parte consta de dos capítulos. El capítulo 4 presenta un estudio del arte del arte en las técnicas empleadas para la evaluación de la usabilidad en dispositivos móviles. El capítulo 5 se centra en las técnicas y artilugios relacionados con las técnicas de *eyetracking*. En el capítulo 6 se presenta una comparativa de las diferentes técnicas y metodologías de *eyetracking* empleadas en dispositivos móviles, haciendo hincapié en las principales problemáticas de dichas metodologías.

La tercera parte está destinada a presentar la propuesta que constituye este trabajo. El capítulo 7 presenta el método propuesto para aplicar las técnicas de *eyetracking* combinando el equipo de *eyetracker* de sobremesa con el uso de dispositivos móviles. El capítulo 8 presenta el estudio experimental llevado a cabo para validar el método. El capítulo 9 presenta el análisis de los datos llevado a cabo. Como fruto de este análisis, el capítulo 10 presenta una discusión acerca de los resultados obtenidos de dicha experimentación, así como un análisis de las bondades e inconvenientes del método, en comparación con los existentes.

Para finalizar, el capítulo 11 presenta las conclusiones del trabajo, así como las pautas a seguir para profundizar y dar continuidad a esta línea de investigación en futuros trabajos.

PARTE 1: CONTEXTUALIZACIÓN

Capítulo 2. Técnicas y Metodologías en el Estudio de la Usabilidad

Para poder desarrollar el trabajo es necesario contextualizar los conceptos previos necesarios. Es por ello que en este capítulo se presenta el concepto de usabilidad, así como las principales técnicas y metodologías empleadas actualmente para su estudio y evaluación.

2.1. El Concepto de Usabilidad

Usabilidad es un término que se refiere a la facilidad con que las personas pueden utilizar una herramienta particular o cualquier otro producto tecnológico con el fin de alcanzar un objetivo concreto⁸. La usabilidad también puede referirse al estudio de los principios que hay tras la eficacia percibida de un objeto.

La usabilidad ha sido en incontables ocasiones foco de discusión y un término descrito a través de diversas definiciones en la academia y en la industria [3], [4] durante mucho tiempo [5]. El cambio de siglo supuso un mayor enfoque en los estudios de usabilidad para su investigación en el campo de la Interacción Persona-Ordenador (IPO, de ahora en adelante).

En IPO el término *usabilidad* hace referencia a la claridad y facilidad con que se diseña la interacción en una aplicación informática, ya sea un programa, o bien un sitio web. Jakob Nielsen definió la usabilidad como el atributo de calidad que mide lo fáciles que son de usar las interfaces de las aplicaciones, tal y como se comenta en [3].

El grado de usabilidad de un sistema interactivo es, por su parte, una medida empírica y relativa de la usabilidad del mismo, es decir, de la sencillez de uso y facilidad de aprendizaje para interactuar con éste. Es empírica porque no se basa solamente en opiniones o sensaciones, denominados datos cualitativos, sino también en pruebas de usabilidad realizadas en laboratorio u observadas mediante tests de campo, donde también se pueden obtener datos cuantitativos (como por ejemplo, qué zonas observa el usuario, cuantos clicks realiza para llevar a cabo una acción, etc.). Y a la vez es relativa porque el resultado no es ni bueno ni malo, sino que depende de las metas y objetivos planteados (por lo menos el 80% de los usuarios de un determinado grupo pueden realizar una tarea sin más ayuda que una guía rápida), o de una comparación con otros sistemas similares.

⁸ Sitio Web de Usability.gov: <http://www.usability.gov/basics/index.html>

El modelo conceptual de la usabilidad, proveniente del diseño centrado en el usuario, no está completo sin la idea de utilidad, tal y como se comenta en [6] y [7]. Sin embargo, la usabilidad ha sido en incontables ocasiones foco de discusión y un término descrito a través de diversas definiciones [3], [4] en la academia y en la industria durante mucho tiempo [5]. A pesar de ello, en un esfuerzo de homogeneizar las diferentes premisas y definiciones de los diferentes autores y entidades, los principios básicos en la usabilidad se pueden resumir en:

- **Facilidad de Aprendizaje:** facilidad con la que nuevos usuarios desarrollan una interacción efectiva con el sistema o producto. Está relacionada con la predictibilidad, sintetización, familiaridad, la generalización de los conocimientos previos y la consistencia.
- **Facilidad de Uso:** facilidad con la que el usuario hace uso de la herramienta, con menos pasos o más naturales a su formación específica. Tiene que ver con la eficacia y eficiencia de la herramienta.
- **Flexibilidad:** relativa a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. También abarca la posibilidad de diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.
- **Robustez:** es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario.

Los principales beneficios que se obtienen empleando los conceptos y técnicas de usabilidad a la hora de desarrollar una aplicación o un sistema se pueden resumir en⁹:

- Incremento en la productividad del usuario.
- Incremento en la satisfacción del usuario final.
- Reducción de los costes en desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones.
- Disminución de los costes de capacitación y apoyo a los usuarios.

Todos estos beneficios implican una reducción y optimización general de los costes de producción, así como un aumento en la productividad. La usabilidad permite mayor rapidez en la realización de tareas y reduce posibles pérdidas de tiempo a los usuarios.

Existen diferentes metodologías para estudiar la usabilidad en una aplicación o sistema. Las más relevantes son explicadas en las siguientes secciones.

2.2. Evaluaciones con Expertos

Las evaluaciones con expertos es un análisis detallado y sistemático de la interfaz del producto realizado por expertos, teniendo en cuenta unos principios de usabilidad reconocidos, tal y como se comenta en [6]. Los especialistas realizan una evaluación aplicando una lista de criterios y sus conocimientos sobre la experiencia de los usuarios y las mejores prácticas.

⁹ Sitio web de *Usability.gov*. *Cost & Return on Investment*:
<http://www.usability.gov/basics/usasaves/index.html>

La meta de las evaluaciones realizadas con expertos son bastante similares a las realizadas con usuarios ya que ambas se focalizan en encontrar y priorizar problemas de usabilidad, evaluando diseños en el contexto de ciertas tareas. La diferencia radica en dónde se pone el foco de atención. En los análisis y evaluaciones con expertos se hace incidencia en la identificación de problemas en lo que se refiere a pautas de diseño y consistencia. En cambio, en los tests de usabilidad el punto de mira está en encontrar problemas relacionados con áreas especiales y flujos de tarea, así como la obtención del *feedback*, es decir, la respuesta por parte de los usuarios al utilizar el sistema o aplicación.

Ello es debido a que, a menudo, en los análisis realizados con expertos se les escapan problemas de usabilidad debido a su grado de experiencia, los cuales emergen durante los tests de usabilidad; o bien encuentran ciertos problemas que los usuarios no detectan (falsas alarmas o problemas inexistentes).

A pesar de ello, las evaluaciones con expertos en usabilidad son muy utilizadas porque son mucho más baratas y rápidas de realizar que los tests de usabilidad. Normalmente, sólo conlleva unos pocos días inspeccionar un producto o aplicación, y escribir un informe. De esta manera no es necesario contratar laboratorios ni reclutar usuarios, minimizando los gastos. Debido a estas premisas, son realizados más frecuentemente sobretodo cuando el presupuesto o el tiempo son limitados. Además, suelen ser muy útiles para poder descartar problemas graves de usabilidad, relacionados con estándares o incluso de funcionalidad.

En general, el proceso a seguir en una evaluación es el siguiente¹⁰:

1. Estudiar la audiencia objetivo y las tareas típicas.
2. Navegación exploratoria por las páginas de la interfaz.
3. Examinar la interfaz de las páginas, siguiendo una lista de criterios establecidos.
4. Agrupar la lista de problemas de usabilidad y asignar la gravedad según su importancia y frecuencia.
5. Analizar los resultados y buscar soluciones.

Existen diferentes tipologías dentro de estos tests, siendo las más conocidas las evaluaciones heurísticas. Algunas de ellas son explicadas a continuación, destacando la evaluación heurística como la más empleada dentro de esta categoría.

2.2.1. Evaluaciones Heurísticas

La evaluación heurística es una técnica en la que los especialistas en usabilidad juzgan la conformidad de la interfaz de usuario con ciertos principios de usabilidad universalmente conocidos. Una evaluación heurística conlleva que un grupo de expertos inspeccionan la interfaz y evalúan (puntuán) el grado de cumplimiento de cada uno de esos principios, denominadas comúnmente heurísticas.

La evaluación heurística se lleva a cabo de manera que cada evaluador inspecciona la interfaz por su cuenta. Una vez que todas las evaluaciones se han completado, los evaluadores

¹⁰ Usolab: Análisis y test de usabilidad: <http://www.usolab.com/analisis-usabilidad/>

comentan y discuten sobre los resultados obtenidos individualmente. Este procedimiento es importante para asegurar evaluaciones independientes e imparciales de cada evaluador. Los resultados, una vez consensuados, son documentados en un informe escrito, que elaboran conjuntamente, o bien es un observador que se encuentra presente durante la sesión, quien se encarga de recopilar los resultados y observaciones.

Tal y como se comenta en [8], la principal ventaja de los informes escritos es que presentan un registro formal de la evaluación, pero conllevan un esfuerzo adicional por parte de los evaluadores y la necesidad de ser leídos por la persona responsable de la evaluación. En cambio, si se utiliza un observador se reduce la carga de trabajo de los evaluadores. Además, los resultados de la evaluación están disponibles poco después de la sesión, ya que el observador sólo tiene que realizar su informe, y no realizar un informe conjunto de todos los informes escritos por los diferentes evaluadores. Por otra parte, el observador puede ayudar a los evaluadores en el funcionamiento de la interfaz en caso de problemas, como un prototipo inestable, y ayudar a los evaluadores si tienen experiencia en el campo (por ejemplo, una interfaz que trate la gestión de la información científica de una empresa farmacéutica, donde el evaluador quizás no conozca la jerga o no posea los conocimientos científicos necesarios para realizar una tarea).

Por lo general, una sesión de evaluación heurística dura una o dos horas. Durante la sesión de evaluación, el evaluador pasa a través de la interfaz varias veces e inspecciona los distintos elementos de diálogo para contrastar la lista de heurísticas seleccionadas. Estas heurísticas son reglas generales que describen las propiedades comunes de las interfaces usables. Además de la lista de heurísticas generales a tener en cuenta para todos los elementos de diálogo, al evaluador, obviamente, también se le permite tener en cuenta otros principios de usabilidad adicionales. Además, es posible el desarrollo de determinadas categorías-heurísticas, tal y como se comenta en [9], añadiendo factores y criterios que no se tienen en cuenta en las heurísticas generales, pero que pueden facilitar la evaluación teniendo en cuenta la temática, el contexto de uso y las características del producto o aplicación.

Las 10 heurísticas principales según [8], denominadas las 10 reglas de Nielsen son:

1. **Visibilidad del estado del sistema:** mantener a los usuarios informados de lo que está pasando.
2. **Adecuación del lenguaje:** utilizar el lenguaje de los usuarios, usando conceptos familiares.
3. **Control y libertad para el usuario:** dar opción a deshacer y rehacer, para no dificultar la navegación del usuario.
4. **Consistencia y estándares:** evitar que los usuarios no deban preguntarse si diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo.
5. **Prevención de errores:** presentar adecuadamente mensajes de error, dar la opción de confirmación antes de realizar una acción, etc.
6. **Reconocimiento más que memoria:** minimizar la carga de memoria del usuario haciendo que los objetos, acciones y opciones siempre estén visibles.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** permitir a los usuarios adaptar acciones frecuentes.
8. **Diálogo estético y diseño minimalista:** los diálogos no deben contener información irrelevante o raramente necesaria.

9. **Soporte a los usuarios para reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores:** expresar los mensajes de error deben en lenguaje llano (sin códigos), indicando con precisión el problema y sugiriendo una solución constructiva.
10. **Ayuda y documentación:** proporcionar ayuda y documentación. Toda esa información debe ser fácil de encontrar a partir de una búsqueda.

Como resultado de aplicar el método de evaluación heurística se obtiene una lista de problemas de usabilidad detectados en la interfaz, con referencias a las heurísticas que no se cumplen en el diseño, según la opinión de cada evaluador. Como en los tests de usabilidad, no es suficiente con decir que al evaluador no le gusta algo, sino que deben explicar por qué no le gusta, con referencia a qué heurística, el grado de severidad o urgencia del problema, así como ciertas sugerencias de mejora. Los evaluadores deben tratar de ser lo más específicos posibles y deben enumerar cada problema de usabilidad por separado.

2.2.2. Otras Metodologías de Evaluación con Expertos

Existen 3 tipologías más de evaluaciones con expertos:

- **Recorridos cognitivos.** Los recorridos cognitivos derivan de los análisis cognitivos y reciben este nombre porque el especialista que realiza la sesión recorre un escenario de tareas determinado como habría de hacerlo un usuario tipo. Según se plantee la sesión de forma individual o en grupo (usuarios, desarrolladores y profesionales de la usabilidad) se denominará:
 - Recorrido Cognitivo (*Cognitive Walkthrough*): cuando sea individual.
 - Recorrido Cognitivo Conjunto (*Pluralistic Walkthrough*): cuando el recorrido cognitivo se realice en grupo.
- **Inspección formal de usabilidad.** Las inspecciones formales de usabilidad proceden de la metodología de las inspecciones de código, y son las que se llevan a la práctica con más frecuencia que otras evaluaciones con expertos, después de las evaluaciones heurísticas. Ello es debido a que contemplan con mayor amplitud los conceptos más técnicos. Los principales son:
 - **Inspecciones Formales de Usabilidad** (*Formal Usability Inspections*): Los expertos recorren meticulosamente las tareas con los objetivos de los usuarios en mente, enfatizando la búsqueda de errores.
 - **Inspecciones de Características** (*Feature Inspections*). Analizan únicamente un conjunto de características determinadas del producto, valiéndose de los escenarios de uso.
 - **Inspecciones de Consistencia** (*Consistency Inspections*). Se busca asegurar la consistencia a través de la comparación de múltiples productos similares, por ejemplo, sitios web.
 - **Inspecciones de Estándares** (*Standard Inspections*). Las inspecciones de estándares garantizan el ajuste a los estándares de la industria. No hay que olvidar que productos diseñados para ser comercializados en un país en particular deben poseer la conformidad con los estándares de ergonomía así como otras normativas legales del país en cuestión.

- **Revisión de guías de estilo (Guidelines):** los expertos revisan que el sitio cumpla con las directrices fijadas por una institución o plataforma o entorno particular. Las más características son:
 - **Guías de Comprobación (Guidelines Checklist).** Las guías y las listas de comprobación ayudan a asegurar que los principios de usabilidad sean completamente revisados en un diseño. Normalmente, las listas de comprobación se utilizan en combinación con algún método de inspección de usabilidad y sirven de referencia.
 - **Listas de Comprobación Basadas en Escenarios (Scenario-Based Checklist).** Se puede entender como una particularización de la anterior en la que la inspección se lleva a cabo a través de tres escenarios: usuario novel, usuario experto y manejo de errores. Para cada perfil se proporciona una lista de aspectos a comprobar.

Cabe destacar, que en las aplicaciones web existe una implementación automatizada de las listas de comprobación (así como un medio que facilita la accesibilidad de los sitios web). La constituyen los validadores de código HTML, de hojas de estilo y de accesibilidad, que proporciona el *World Wide Web Consortium (W3C)*¹¹.

Finalmente comentar que existen otras metodologías de evaluaciones con expertos, no tan populares y que conllevan más connotación de test que evaluación propiamente dicha. Es la evaluación cooperativa¹² (*Co-operative Evaluation*), que es mucho más participativa por parte del usuario. Los dos métodos definidos en esta tipología de evaluación son:

- **Métodos de Diario (Diary methods).** Se requiere que los usuarios registren las actividades que desarrollan en su entorno de trabajo durante un día normal.
- **Modelado por Empatía (Empathic Modelling).** Se trata de un método desarrollado para usuarios con discapacidades. En este caso el diseñador/desarrollador trata de ponerse en la situación del usuario simulando tal discapacidad.

2.3. Tests de Usabilidad

Los tests o pruebas de usabilidad son una forma muy habitual de estimar la facilidad con la que una persona puede usar un objeto o una aplicación, como por ejemplo una página web, una interfaz de usuario o un dispositivo. Un test de usabilidad es el proceso que permite aprender de los usuarios cómo de usable es un producto observándolos o monitorizándoles mientras lo utilizan, anotando los problemas de uso con los que se encuentran para poder solucionarlos posteriormente.

Dichos tests consisten primordialmente en realizar una experimentación, generalmente en un laboratorio, formalizando una serie de tareas que deben realizar los usuarios mientras están siendo monitorizados. Se selecciona a un grupo de usuarios, que pueden o no ser usuarios habituales de dicha aplicación, dependiendo de los objetivos del test, y se les solicita que

¹¹ Sitio web oficial del W3C: <http://www.w3.org/>

¹² *European Usability Support Center: Co-operative evaluation:*
<http://www.ucc.ie/hfrg/projects/respect/urmethods/coop.htm>

lleven a cabo las tareas más representativas para las cuales fue diseñada. El equipo de diseño, desarrollo y otros involucrados toman nota de la interacción, particularmente en lo que respecta a los errores y dificultades con las que se encuentren los usuarios. En la mayoría de casos se aplica sobre aplicaciones no finalizadas, pudiendo tratarse de un prototipo.

Existen varias variantes en los tests de usabilidad, los tests de usabilidad propiamente dichos, los tests remotos y los tests mediante técnicas de *eyetracking*. Los tests remotos y el uso de las técnicas de *eyetracking* pueden considerarse una especialización de los tests de usabilidad. Dichas pruebas o tests no son excluyentes entre sí, es más, en ocasiones se utilizan varios tests con los mismos o diferentes perfiles de usuario (tanto de usuarios noveles como expertos) a lo largo del ciclo de vida del producto, para realizar un estudio de la usabilidad en las diversas etapas del desarrollo. A continuación se presenta esta técnica con más detalle, y se pasan a explicar sus variantes.

2.3.1. Consideraciones Acerca de los Tests de Usabilidad

Las características de todo test de usabilidad (también conocido como pruebas con usuarios) son:

- El objetivo principal es mejorar la usabilidad de un producto.
- Los participantes son una representación de los usuarios reales.
- Los participantes realizan tareas reales.
- Se observa y se registra lo que los participantes hacen y dicen.
- Se analizan los datos, se diagnostican problemas reales y se recomiendan cambios para resolver dichos problemas.

Las principales métricas que se tienen en cuenta a la hora de realizar un test de usabilidad son:

- La eficiencia: la eficiencia conlleva contabilizar (1) el número de errores cometidos por los usuarios durante la prueba y si dichos errores fueron recuperables, es decir, si el usuario, puede continuar la prueba y realizar el procedimiento adecuado; y (2) el tiempo empleado por los usuarios en la realización de las tareas.
- La efectividad: se valora en función de los éxitos y fracasos en la consecución de las tareas. Esta medida está muy relacionada con el recuerdo y el aprendizaje. Cuando se trata de usuarios que son habituales o han trabajado con una aplicación, el recuerdo sería la memoria en el uso de dicha aplicación, es decir, qué tanto recuerda el usuario después de un período sin utilizar dicha aplicación. Cuando el usuario no ha utilizado dicha aplicación, mediante una serie de tareas se puede observar si la interacción con ésta es sencilla, intuitiva y fácil de realizar, es decir, si es fácil aprender a utilizarla.
- La satisfacción: medidas subjetivas provenientes de comentarios, opiniones, o bien a través de cuestionarios. Nos da la respuesta emocional del usuario de tal manera que permite conocer cómo se siente el usuario al terminar la tarea y/o el test; en algunos casos es el propio usuario el que lo transmite (como por ejemplo, si se ha sentido cómodo en el uso de la aplicación, si le ha resultado fácil realizar la tarea, si le gusta la aplicación, si la encuentra útil, etc.) comentándolo en voz alta mientras realiza el test o bien, mediante cuestionarios post-tarea/post-test; en otras ocasiones, son el personal

que realiza el test (los facilitadores o los observadores presentes, o bien mediante la grabación de dicho test) los que denotaran el comportamiento del usuario.

El número de usuarios depende de cómo se formalice la prueba y cuáles son los perfiles a tener en cuenta pero, según [10], empleando 10 ± 2 usuarios ya es suficiente para poder detectar el 80% de los problemas de usabilidad. Otros autores opinan que con 5 usuarios¹³, ya es suficiente¹⁴, tal y como se comenta en [11]. En general, para tests informales es suficiente con 5 usuarios¹⁵. En cambio, para tests más rigurosos se requiere un mayor número de usuarios, dependiendo de los casos y los objetivos de la prueba.

Normalmente, es común que los tests con usuarios se realicen en laboratorios equipados donde se dispone de dos salas o habitaciones, como se puede observar en la **figura 1**: una es la sala de observación, *control room* en la **figura 1**, para los observadores o evaluadores, y la otra es la sala de pruebas, *test room* en la **figura 1**, donde los usuarios llevan a cabo el test. Ambas salas suelen estar separadas por un cristal con visibilidad en un único sentido, de esta manera se permite que se pueda a ver a los usuarios desde la sala de observación, de manera que los usuarios no pueden ver a través de éste, haciendo que se sientan más cómodos durante la realización del prueba.

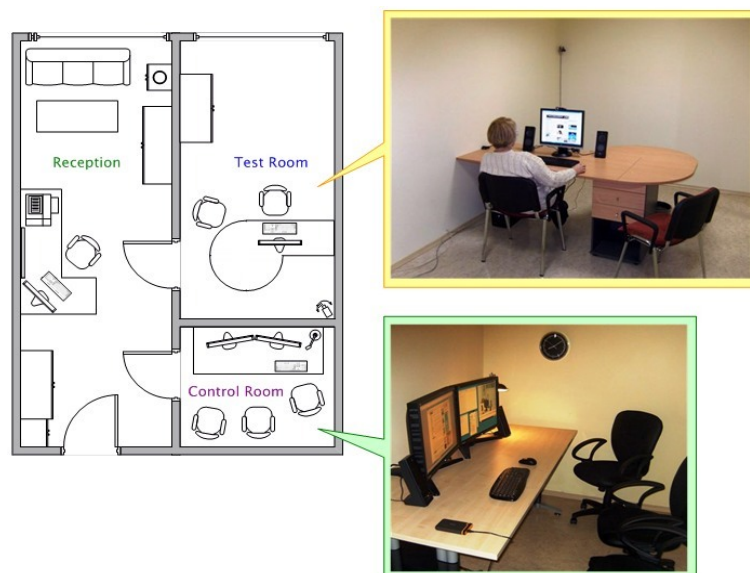


Figura 1. Esquema típico de un laboratorio de usabilidad¹⁶.

El equipamiento básico para la sala de test implica todo el material necesario para reproducir el entorno de trabajo en el que el usuario tendrá que utilizar el sistema o aplicación. Normalmente, ello conlleva un ordenador, u otro dispositivo homólogo, preparado con el sistema operativo y el software necesario para realizar la prueba: la aplicación a testear y, en

¹³ *Measuring Usability, Quantitative Usability, Statistics & Six Sigma* by Jeff Sauro. A brief history of the magic number 5 in usability testing: <http://www.measuringusability.com/blog/five-history.php>

¹⁴ Jakob Nielsen's Alertbox – Why you only need to test with 5 users: <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>

¹⁵ Jakob Nielsen's Alertbox - Usability Testing with 5 Users: <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>

¹⁶ InterUX: Usability Engineering Studio – Usability Testing Laboratory: <http://interux.com/Usability-Lab-Estonia-Tallinn.html>

el caso de que se disponga, el software que realice la monitorización. Además, también se debe contar con una cámara (puede ser la propia webcam del dispositivo, o en su defecto una cámara externa) y un micrófono para grabar los comentarios del usuario.

El equipamiento básico para la sala de observación será un ordenador con el programa específico para registrar y monitorizar la interacción del usuario, que posteriormente también permitirá analizar la información recogida. Se suele utilizar también una mesa de control para manejar los dispositivos externos, como cámaras y micrófonos.

Uno de los programas más comunes para la realización de tests con usuarios es el Morae¹⁷. Se trata de un software específico que nos permite realizar la observación del usuario mientras realiza la prueba, a la vez que la graba, así como también la propia interacción. A posteriori se realizará el análisis de los datos recogidos. Dicho programa contiene diferentes módulos que se sincronizan en diferentes ordenadores como son el módulo *Manager* (con el que se procederá a realizar el procesamiento y análisis de los datos), el módulo *Recorder* (encargado de monitorizar y grabar al usuario mientras realiza la prueba) y el módulo *Viewer* (el módulo que permite observar y monitorizar al usuario mientras realiza la prueba desde la sala de observación).

La planificación para la realización de un test de usuarios es la siguiente:

1. Establecer el equipo de trabajo.
2. Definir las características del producto y la audiencia.
3. Establecer los objetivos y las unidades de medida para el test.
4. Definir el perfil de usuario.
5. Reclutar los usuarios necesarios para la realización del test.
6. Seleccionar las tareas que se incluirán en el test.
7. Determinar cómo categorizar los resultados.
8. Escribir el plan del test.
9. Confeccionar la documentación necesaria: carta de bienvenida, documento de conformidad para grabar al usuario, etc.

Todas estas tareas deben ser discutidas ampliamente por todo el equipo. La mayoría de ellas pueden trabajarse en paralelo, no hay ninguna necesidad de seguir un proceso secuencial. Una vez establecido el conjunto de miembros del equipo debe decidirse el rol que desarrollará cada uno de ellos. Los tres roles fundamentales a desempeñar son:

- **Facilitador.** Es la persona que interacciona directamente con los participantes, por lo que debe ser el miembro del equipo más afín al trato con los usuarios. Las principales tareas del facilitador son la introducción del participante al test y a cada una de las tareas que se van a testear. También suele entrevistarse con el participante al finalizar el test. Este papel es quizás el más difícil de desempeñar, puesto que en la medida de lo posible se deben evitar sesgos durante la interacción que el facilitador tenga con los diferentes usuarios.

¹⁷ Manual del software Morae para la realización de tests de usuarios:
<http://assets.techsmith.com/docs/pdf-morae/SW-Usability-Testing-with-Morae.pdf>

- Observador. Si el equipo utiliza algún tipo de *software* para capturar y registrar las observaciones, así como los tiempos de cada tarea mediante un ordenador, entonces el observador debe tener conocimiento de dicho *software*, además del que se está testeando para poder entender lo que sucede, y poder marcar los momentos en que el usuario tiene dificultades. Si no existe posibilidad de utilizar herramientas informáticas, se debe determinar el conjunto de personas necesarias para poder tomar notas, controlar el tiempo por tarea, etc.
- Personal de servicio técnico. Es la persona responsable de la puesta en marcha de todos los equipos del laboratorio (tanto la sala de pruebas como la sala de control). Debe establecer la posición de las cámaras y asegurarse que registran correctamente.

Una vez realizado el test, todo lo que se haya observado, grabado, monitorizado y anotado durante la prueba, debe ser resumido y sintetizado en un informe final. El informe debe incluir qué problemas de usabilidad se han encontrado en el producto y algunas indicaciones o sugerencias para solucionarlos.

2.3.2. Tests Remotos

Los test de usabilidad se pueden agrupar en dos grandes grupos en función de la localización del participante y evaluador. Si el participante y el evaluador se encuentran en el mismo lugar, los tests son presenciales o de laboratorio. En cambio, si el participante y el evaluador se encuentran en lugares diferentes son tests remotos. Por lo tanto, los tests remotos son una forma de llevar a cabo los tests de usabilidad sin la necesidad de que el evaluador se encuentre en el mismo espacio físico que el participante.

Los tests remotos pueden así mismo agruparse en distintas categorías, por ejemplo en función de la participación en remoto del facilitador podemos tener test moderados (o también test síncronos) y test automatizados por una herramienta (o tests asíncronos), en los que el usuario no recibe la asistencia del facilitador. Los moderados son de corte más cualitativo, mientras que los automatizados obtienen datos cuantitativos.

Lo más común para la puesta en práctica de los tests remotos es mediante el uso de un *layer*, o capa, que es una implementación de código oculta con un conjunto particular de funcionalidades, que en el caso de los tests remotos consisten en monitorear y dirigir el test remoto¹⁸. Otra agrupación empleada actualmente es en función de la tecnología empleada en las herramientas de captación remota, pudiéndose agrupar en función de las que usan *JavaScript* y las que usan tecnologías que emplean *HTML*.

La ventaja principal de los tests remotos con respecto a los tests de laboratorio son los costes, siendo los primeros aproximadamente un 42% más baratos¹⁹. Este ahorro viene de reducir el

¹⁸ Diomidis Spinellis. *Another level of indirection*. In Andy Oram and Greg Wilson, editors, *Beautiful Code: Leading Programmers Explain How They Think*, chapter 17, pages 279–291. O'Reilly and Associates, Sebastopol, CA, 2007.

http://www.dmst.aueb.gr/dds/pubs/inbook/beautiful_code/html/Spi07g.html#layers_forever

¹⁹ Will Web for food – Tests remotos de usabilidad: <http://wwff.thespacer.net/blog/Sp/test-remotos-de-usabilidad/>

tiempo de ejecución y el tiempo de captación de los participantes pero, sobretodo, del coste que supone el despliegue logístico asociado a un laboratorio de usabilidad, los cuales resultan caros y poco accesibles. Además, los tests remotos poseen una mayor variedad en la procedencia de las muestras, ya que son virtualmente aplicables a cualquier persona del planeta con una conexión. Eso conlleva la posibilidad de captar un gran volumen de usuarios de diversos perfiles, necesarios para testear aplicaciones generalistas, como es el caso de muchos portales web. Otra ventaja respecto a los test en laboratorio es que en general el entorno de laboratorio poco tiene que ver con el lugar habitual donde se utiliza la aplicación o el producto que se testea, la cual cosa puede influir en los resultados.

En la actualidad existen gran cantidad de aplicaciones que soportan la realización de tests remotos, como por ejemplo *UserLytics*²⁰, *Loop11*²¹ o *UserTesting.com*²², aunque dependiendo de las necesidades del test, es posible desarrollar una aplicación propia que permita la evaluación del producto mediante la aplicación de tecnologías como *javascript* o *html*.

2.3.3. Técnicas de Eyetracking

El seguimiento del movimiento de los ojos (traducido del inglés *eye tracking*) es el proceso de evaluar, bien el punto donde se fija la mirada (dónde se encuentra mirando el usuario), o/y el movimiento del ojo en relación con la cabeza, dependiendo del equipo utilizado, tal y como se explica en [12]. Este proceso es utilizado en campos como la investigación de sistemas visuales, en psicología, en lingüística cognitiva y en el diseño de nuevos productos.

Existen diversos sistemas para determinar el movimiento de los ojos. El más común es a través de la luz, por lo general luz infrarroja, que se refleja en los ojos y se capta mediante una cámara de video o algún otro sensor óptico. La información recogida se analiza para extraer la rotación de los ojos y los cambios en los reflejos. Para poder interpretar la información que recogen los diferentes tipos de seguidores de ojos o *eyetrackers*, existen una serie de programas que crean animaciones y representaciones con la finalidad de resumir gráficamente el comportamiento visual de uno o varios usuarios. Las más destacadas, tal y como se explica en [12], son las siguientes:

1. **Representaciones animadas de un punto sobre la interfaz:** se utiliza cuando se examina individualmente el comportamiento visual indicando dónde se ha fijado en cada momento el individuo, así como un pequeño rastro en forma de línea que indica los movimientos sacádicos previos.
2. **Representaciones estáticas del camino o ruta sacádica:** son muy parecidas a las descritas anteriormente, con la diferencia de que en este caso se trata de una representación estática, como se puede apreciar en la **figura 2**. Esto provoca que resulte más difícil de interpretar que las animadas.

²⁰ Sitio Web oficial de *userlytics*: <http://www.userlytics.com/sitepublic/>

²¹ Sitio Web Oficial de *loop11*: <http://www.loop11.com/>

²² Sitio Web Oficial de *UserTesting.com*: <http://www.usertesting.com/>

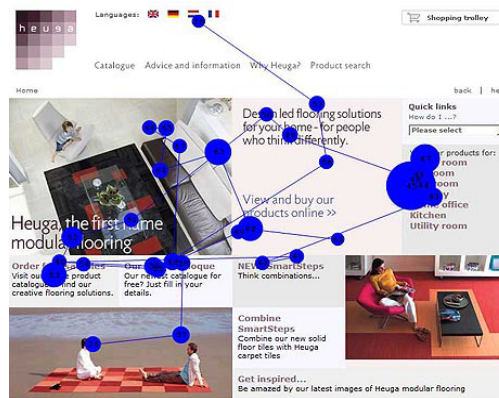


Figura 2. Ruta sacádica obtenida de Usolab²³.

3. **Mapas de calor:** son una representación estática alternativa, y una de las más conocidas, principalmente pensada para el análisis aglomerado de los patrones de exploración visual de un conjunto de usuarios, a diferencia de las dos representaciones comentadas anteriormente. En estas representaciones, las zonas 'calientes' o de mayor intensidad señalan dónde han fijado los usuarios su atención con mayor frecuencia, como se puede apreciar en la figura 3.

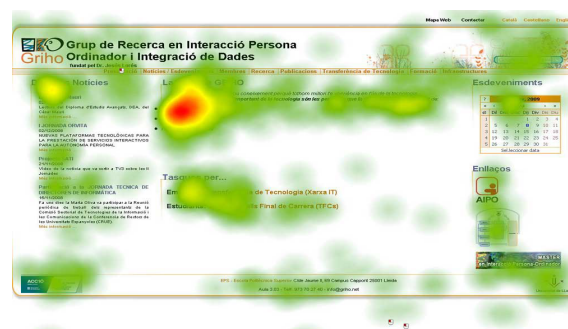


Figura 3. Mapa de calor de la web de GRIHO²⁴.

4. **Mapas de zonas ciegas:** es una versión simplificada de los mapas de calor en los que muestra de una manera muy clara las zonas que han sido visualmente menos atendidas por el usuario y por otra parte, facilitando la comprensión de la información más relevante, es decir, nos informa qué zonas han sido las únicas que el usuario no ha visualizado, marcándolas en negro tal y como se puede observar en la figura 4.

²³ Usolab. La aportación del *eyetracking* en el sector de usabilidad:

<http://www.usolab.com/articulos/eyetracking-usabilidad-comunicacion.php>

²⁴ Grupo de GRIHO. Equipamiento *Eyetracker*: <http://griho.udl.cat/ca/infraestructures/eyetracker.html>



Figura 4. Mapa de zona ciega obtenido de Usolab²⁵.

Estos cuatro tipos de representaciones resultan muy descriptivas y fáciles de comprender para un análisis posterior. Gracias a ellas se demuestra con tan sólo una imagen que el usuario no explora la interfaz de forma ordenada y previsible como se tiende a creer.

Las principales medidas empleadas en los estudios de usabilidad son las fijaciones visuales, las rutas sacádicas y algunas variables relacionadas con éstas. Para entender el enfoque de la aplicación de la técnica de *eyetracking* en las pruebas de usabilidad, algunas de éstas métricas son definidas a continuación:

- (1) la **fijación visual**, se refiere al hecho de mantener la mirada en un solo punto. Para ser más exactos, se basa en que la posición del ojo se mantiene relativamente estable con la misma posición de la cabeza, teniendo en cuenta un umbral de dispersión durante un período mínimo.
- (2) el **número de fijaciones** es la cantidad de fijaciones visuales registradas dentro de una determinada área de interés;
- (3) los **movimientos oculares** rápidos que ocurren entre las fijaciones, dichos movimientos reciben el nombre de **saccades** en inglés.
- (4) la **ruta sacádica** representa gráficamente la secuencia de fijaciones y los movimientos oculares realizados entre ellas.
- (5) la **duración de la mirada o fijación**, es la duración acumulada de las distintas fijaciones consecutivas dentro de una determinada área delimitada en el estudio, que recibe el nombre de área de interés. Esta métrica suele incluir varias fijaciones y también una cantidad relativamente pequeña de tiempo correspondiente a los movimientos sacádicos cortos entre estas fijaciones, tal y como se explica en [13].
- (6) La **media de la duración de las fijaciones**, es el promedio de la duración de las distintas fijaciones consecutivas dentro de una determinada área de interés.

2.4. Análisis Comparado de Usabilidad

Como se ha comentado anteriormente, un test de usabilidad es más costoso que una evaluación heurística, por lo que sería desperdiciar tiempo y dinero el utilizarlo para descubrir

²⁵ Usolab. La aportación del *eyetracking* en el sector de usabilidad:
<http://www.usolab.com/articulos/eyetracking-usabilidad-comunicacion.php>

errores de diseño motivados por el no cumplimiento de principios generales de usabilidad (las heurísticas). Si se lleva a cabo un test con usuarios sin haber realizado previamente una evaluación heurística, probablemente se prestará demasiada atención a algunos problemas de uso que podrían haber sido descubiertos con una simple evaluación heurística. Del mismo modo, errores importantes pueden quedar enmascarados por los primeros.

Es por ello que en la mayoría de los casos se recomienda no precipitarse y si se dispone de tiempo y presupuesto realizar previamente una evaluación con expertos. Una vez solucionados los principales errores, realizarla de nuevo o ya proceder a aplicar la técnica de tests con usuarios. Además, siguiendo un modelo de proceso basado en el Diseño Centrado en el Usuario (de ahora en adelante, DCU), se combinarían diferentes técnicas para evaluar la usabilidad, en diferentes estadios del desarrollo de la aplicación (por ejemplo, usando prototipos de la aplicación o producto previo a su desarrollo).

Además, cabe destacar que en muchos casos se pueden combinar en la misma prueba o evaluación diferentes metodologías. Por ejemplo, se puede realizar un test de usuario mediante técnicas de *eyetracking* y las técnicas más clásicas de las pruebas de usuario, ya que por ejemplo, el software *Morae* permite descargar un *plug-in* que funciona con la mayoría de herramientas de los principales fabricantes de *eyetrackers*²⁶. Así pues, pueden funcionar perfectamente a la vez ambos programas en la misma máquina y en el mismo test, obteniendo de ambos datos tanto cuantitativos como cualitativos.

La realización de uno o más tests o evaluaciones no debe ser vista como una pérdida de tiempo, sino todo lo contrario, como una labor que enriquece y da valor añadido al producto, es decir, calidad, como garantía para alcanzar un grado de usabilidad adecuado.

²⁶ Sitio Oficial del software *Morae* y del *plug-in* para funcionar con diferentes marcas de *eyetracker*:
<http://www.techsmith.com/morae-plugins.html>

Capítulo 3. Dispositivos Móviles

En las últimas tres décadas, gracias a los avances en la fabricación y miniaturización de los componentes electrónicos, ha sido posible la creación de aparatos electrónicos con capacidades computacionales cada vez más potentes y unas dimensiones cada vez más reducidas.

Dichos aparatos o *gadgets* están presentes en nuestra vida cotidiana y abarcan una gran cantidad de dispositivos. Cuando estos aparatos son del tamaño de la palma de la mano reciben el nombre de dispositivos móviles.

3.1. Características Principales

En inglés existe una amplia gama de términos para referirse a todo este conjunto de aparatos: "*information device*", "*information appliance*", "*consumer electronic*", "*embedded device*" o "*small device*", por ejemplo. Tal y como se comenta en [14], las características principales de estos dispositivos se pueden resumir en:

- son aparatos pequeños,
- con capacidad de procesamiento,
- móviles,
- con conexión permanente o intermitente a una red,
- con memoria limitada,
- generalmente son de propósito general,
- habitualmente se asocian al uso personal.

Una característica importante es el aspecto de movilidad: los dispositivos móviles son suficientemente pequeños para ser transportados y empleados al mismo tiempo que el usuario se está desplazando. Normalmente se sincronizan con un sistema de sobremesa o una red para actualizar aplicaciones y datos.

Los conceptos de móvil e inalámbrico muchas veces se confunden. Por ejemplo, una *PDA* con datos y aplicaciones para gestionarlos puede ser móvil, pero no tiene por qué ser inalámbrica, ya que puede necesitar un cable para conectarse en red y obtener o enviar datos y aplicaciones.

Algunas de las características que hacen que estos dispositivos sean diferentes de los ordenadores de sobremesa son las siguientes:

- sus funcionalidades limitadas debido a las limitaciones de hardware.
- en poco tiempo el usuario deberá cambiarlo puesto que quedará obsoleto.
- es más barato, en líneas generales.
- es más fácil de aprender su manejo.
- no se requieren usuarios expertos para manejarlos.

A pesar de que la tecnología móvil abarca un gran número de dispositivos, que se tratarán de definir en este capítulo, el estudio y experimentación llevado a cabo en este trabajo se centrará principalmente en los dispositivos *tablets* (también pizarras), y en los teléfonos inteligentes (o *smartphones*).

3.2. Tipologías

Dado el variado número de niveles de funcionalidad asociado con dispositivos móviles, era necesario hacer una clasificación de los mismos, por ello en el 2005, *T38* y *DuPont Global Mobility Innovation Team* [14] propusieron los siguientes estándares para la definición de dispositivos móviles:

1. **Dispositivo móvil de datos limitado** (*Limited Data Mobile Device*): son dispositivos que tienen una pantalla pequeña, principalmente basada en pantalla de tipo texto con servicios de datos generalmente limitados a SMS y acceso WAP. Un típico ejemplo de este tipo de dispositivos son los teléfonos móviles.
2. **Dispositivo móvil de datos básico** (*Basic Data Mobile Device*): son aquellos dispositivos que tienen una pantalla de mediano tamaño, (entre 120 x 120 y 240 x 240 píxeles), menú o navegación basada en íconos por medio de un cursor, y que ofrecen correo electrónico, lista de direcciones, SMS, y un navegador web básico. Un típico ejemplo de este tipo de dispositivos son los teléfonos inteligentes.
3. **Dispositivo móvil de datos mejorado** (*Enhanced Data Mobile Device*): dispositivos que tienen pantallas de medianas a grandes (por encima de los 240 x 120 píxeles), navegación de tipo *stylus*, y que ofrecen las mismas características que el dispositivo móvil de datos básicos más aplicaciones nativas como aplicaciones de *Microsoft Office Mobile* (*Word*, *Excel*, *PowerPoint*) y aplicaciones corporativas usuales, en versión móvil, como *SAP*²⁷, portales intranet, etc. Este tipo de dispositivos incluyen sistemas operativos como *Windows Mobile 2003* o versión 5, como en los *Pocket PC* (PDAs de la marca Windows).

En la actualidad, los dispositivos móviles ya han superado las prestaciones tecnológicas de los dispositivos móviles definidos mediante esta taxonomía, siendo necesaria la revisión de estas tipologías, e incluyendo un nuevo grupo de dispositivos móviles tecnológicamente superiores a los dispositivos móviles de datos mejorados. Por tanto, esta diferenciación, que data del 2005, es ya obsoleta, y debería incluir los dispositivos avanzados que podemos encontrar hoy en día, los cuales definiremos en este trabajo, siendo los que se tendrán en cuenta a la hora de realizar el presente estudio.

²⁷ Sitio oficial de SAP: <http://www.sap.com/spain/index.epx>

Los dispositivos móviles avanzados permiten una conexión a internet inalámbrica permanente, así como poseen prestaciones tecnológicas más avanzadas, siendo considerados en ocasiones, pequeños ordenadores, por su alta rendibilidad y capacidad de cálculo. Poseen un sistema operativo, y permiten la descarga e instalación de aplicaciones con diferentes funcionalidades. Dentro de esta tipología, los dos dispositivos móviles más populares entre los usuarios y cuyas ventas en los últimos años han aumentado considerablemente son los teléfonos inteligentes y las tabletas, que son presentados a continuación.

3.2.1. Teléfonos Inteligentes

En la actualidad, los *smartphones* o teléfonos inteligentes son el *gadget* por excelencia, abarcando casi en su totalidad un 31% del mercado en dispositivos móviles, como se comenta en [1]. Los dispositivos móviles de última generación, generalmente denominados *SmartPhones*, o teléfonos inteligentes, son aparatos de pequeño tamaño, con grandes capacidades de procesamiento, conexión en red casi permanente, memoria ampliable en la mayoría de casos y multi-propósito.

El término “*inteligente*” hace referencia a la inclusión de prestaciones que lo diferencian de un teléfono móvil tradicional, haciendo referencia a la interfaz, como puede ser una pantalla táctil, o simplemente al sistema operativo móvil que posee, diferenciando su uso mediante una exclusiva disposición de los menús, teclas o botones. La interacción con dichos dispositivos puede ser mediante teclado y otros botones, por voz, táctil, es decir, directamente en la pantalla mediante el uso de un lápiz, o finalmente utilizando el estilo de interacción gestual, es decir, de interpretación de gestos. Es el caso de las pantallas capacitivas o multitáctiles, es decir, que detectan diversos puntos de contacto simultáneos.

Los *smartphones* ofrecen la posibilidad de instalar aplicaciones con diferentes funcionalidades que abarcan desde funciones diseñadas para el ocio hasta mejorar el rendimiento en el trabajo. Entre otras características comunes está la función multitarea, el acceso a Internet vía *WiFi* o 3G, los programas de agenda, cámara digital integrada, administración de contactos, acelerómetros, *GPS* y algunos programas de navegación, así como la habilidad de leer documentos de negocios en variedad de formatos como por ejemplo en *PDF*.

El tamaño de estos dispositivos viene condicionado por la pantalla. Los tamaños de pantalla más comunes van desde 2 pulgadas a más de 4 pulgadas (medido diagonalmente). Las resoluciones comunes, como se puede apreciar en la [figura 5](#), para las pantallas de teléfonos inteligentes varían de 320 × 240 hasta 1280 × 800²⁸. El tamaño de la pantalla, es por tanto pequeño, puesto que es un teléfono que debe ser fácilmente portable y cómodo. Las características de hardware también ofrecen limitaciones²⁹, siendo el procesador más rápido actualmente de 1,5 GB con 512 MB de memoria ROM.

²⁸ UX Booth: Considerations for Mobile Design (Part 2): Dimensions.

<http://www.uxbooth.com/blog/considerations-for-mobile-design-part-2-dimensions/>

²⁹ NotebookCheck: Comparison of Mobile Processors (CPU Benchmarks):

<http://www.notebookcheck.net/Mobile-Processors-Benchmarklist.2436.0.html>



Figura 5. Comparativa de los tamaños de pantalla de los smartphones actuales³⁰.

3.2.2. Tablets

Una tableta o pizarra³¹, o como se denomina en inglés *tablet* o *tablet computer*, es un tipo de computadora portátil, de mayor tamaño que un *smartphone* o una *PDA*, integrado en una pantalla táctil (sencilla o multitáctil) con la que se interactúa primariamente con los dedos o una pluma *stylus*, sin necesidad de teclado físico ni ratón. Estos últimos años la tendencia natural es que lleven un teclado virtual táctil, y en algunos modelos incluso un *mini-trackball* integrado en uno de los bordes de la pantalla.

Hoy en día las *tablets* utilizan mayoritariamente los mismos sistemas operativos que se emplean para *smartphones*, ya diseñados con la movilidad en mente y que como en el caso de los *smartphones*, permiten la descarga de una infinidad de aplicaciones directamente desde la tienda online del sistema. Cabe decir que tanto los sistemas operativos, como muchas de las aplicaciones descargables, en la mayoría de los casos están adaptados a las características de estos dispositivos.

El formato estándar se llama *tablet* y carece de teclado integrado, aunque puede conectarse a uno inalámbrico, por ejemplo, *Bluetooth*, o mediante un cable USB (muchos sistemas operativos reconocen directamente teclados y ratones USB). Otro formato es el portátil convertible, que dispone de un teclado físico que gira sobre una bisagra o se desliza debajo de la pantalla. Un tercer formato, denominado híbrido, dispone de un teclado físico, pero puede separarse de él para comportarse como una pizarra. Por último los *booklets* incluyen dos

³⁰ Movitek Blog. Los usuarios prefieren smartphones de gran pantalla: http://movitek.net/los-usuarios-prefieren-smartphones-de-gran-pantalla/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=los-usuarios-prefieren-smartphones-de-gran-pantalla

³¹ Definición de tableta en el sitio web de Informática Hoy: <http://www.informatica-hoy.com.ar/tablets/Que-son-las-tablets.php>

pantallas, al menos una de ellas táctil, mostrando en ella un teclado virtual, como por ejemplo el *Sony Tablet P*³².

El tamaño de las pantallas, que es el que dicta el tamaño de la *tablet* en la mayoría de modelos varía de los modelos más pequeños de 7 pulgadas a las grandes tabletas con un tamaño de 10,1 pulgadas³³. En la *figura 6*, se puede apreciar una tabla comparativa de los modelos más populares de tabletas de finales de 2011 de diferentes fabricantes, teniendo en cuenta tanto sus prestaciones tecnológicas, tamaños de pantalla y sistema operativo.

Comparing the tablets



Brand	AMAZON KINDLE FIRE	APPLE IPAD 2	SAMSUNG GALAXY TAB 10.1	BLACKBERRY PLAYBOOK
Display size (resolution)	7-inch diagonal (1024 x 600 pixels)	9.7-inch diagonal (1024 x 768 pixels)	10.1-inch diagonal (1280 x 800 pixels)	7-inch diagonal (1024 x 600 pixels)
Weight	14.6 oz	20.8 oz Wi-Fi/ 21.6 oz Wi-Fi+3G	19.9 oz	14.1 oz
OS	Android	iOS 4.3	Android 3.1	BlackBerry Tablet OS
Processor	1 Ghz dual-core	1 Ghz dual-core	1 Ghz dual-core	1 Ghz dual-core
Memory (GB)	8	16, 32, 64	16, 32, 64	16, 32, 64
Cloud storage	Unlimited for Amazon content	5GB free	1 GB	1 GB
Internet	Amazon Silk	Safari browser, no Flash support	Flash-enabled browser	Flash-enabled browser
Multimedia	3.5mm audio jack, top-mounted stereo speaker	3.5mm audio jack, Mono speaker & mic, 720p video, Facetime calling	3.5mm audio jack, built-in speaker / mic, 720p video recording/ 1080p playback	3.5mm audio jack, Stereo speaker & mic, 1080p video, video calling
Camera	None	VGA Front, HD rear,	2MP front, 3MP rear	3MP front, 5MP rear
Connectivity	Wi-Fi, USB 2.0 (micro-B connector)	Bluetooth 2.1, Wi-Fi 802.11a,b,g,n, 3G (for 3G models)	Bluetooth 3.0 Wi-Fi 802.11 b,g,n, 3G	Bluetooth 2.1, Wi-Fi a,b,g,n, 3G (via BlackBerry smartphone), 4G

Figura 6. Comparativa de las tabletas más populares a finales de 2011³⁴.

3.3. Estilos de Interacción

Se denomina interacción todo intercambio de información que se produce entre el ordenador o dispositivo móvil, y la persona que lo maneja [15]. Los dispositivos móviles actuales permiten una interacción multimodal, es decir, que pueden utilizar múltiples canales de comunicación simultáneamente.

Los estilos de interacción predominantes en los diferentes dispositivos móviles son diversos dependiendo del modelo y tipología de éste, pero incluyen una gran variedad de estilos, que van desde la interfaz y navegación por menús y formularios, la manipulación directa, el uso del lenguaje natural, y por último, la interfaz gestual. En algunos casos, aunque el propio

³² Sitio oficial de la *Sony Tablet P*: <http://www.sony.es/product/sony-tablet-p/tab/overview>

³³ *Xataka*, comparativa de tablets por tamaño de pantalla: <http://www.xataka.com/tablets/los-tablet-de-que-tamano-los-prefieres>

³⁴ *Woratek.com*. Artículo de comparación de tabletas: <http://www.woratek.com/2011/10/07/comparacion-de-tablets-ipad-2-galaxy-tab-kindle-fire-playbook/>

dispositivo no ofrezca este tipo de interacción directamente, mediante la descarga de aplicaciones específicas o de algún complemento se puede obtener. Por ejemplo, todos los dispositivos de la marca *Apple* llevan integrados un *software* denominado *VoiceOver*³⁵, un lector de pantalla, que permite la interacción con el dispositivo mediante sintetización de voz. A su vez, los dispositivos *Android* permiten la descarga de las aplicaciones *TalkBack* y *SoundBack*³⁶ que facilitan también el manejo por voz y lectura de sus dispositivos. Además de lectores de pantalla existen asistentes de voz, tales como *Cloe*³⁷ para *Android*, y *SIRI*³⁸ o *Evi*³⁹ para *Apple*.

Cabe destacar el gran abanico de dispositivos y periféricos para la interacción existentes en los dispositivos móviles, que dependerán principalmente de la marca y el diseño de sus dispositivos. Los más comunes son:

- 1) **Teclado y pantalla:** muchos dispositivos móviles aún utilizan el sistema tradicional de teclado y pantalla, e incluso algunos dispositivos como las pizarras, que ya poseen una pantalla multitáctil, ofrecen la posibilidad de acoplar el dispositivo a un teclado para facilitar la escritura a los usuarios (es el caso de los *tablets* de la marca *Asus*). Algunos ejemplos de móviles de esta tipología son la mayoría de los teléfonos móviles clásicos o los dispositivos de la marca *Blackberry* (tanto en teléfonos como en otros dispositivos móviles de la marca) que como se puede observar en la *figura 7*, llevan incorporado el teclado en la mayoría de sus diseños.



*Figura 7. Diferentes teléfonos inteligentes de la marca Blackberry*⁴⁰.

- 2) **Apuntadores:** algunos dispositivos móviles poseen un *touchpad* o *mini-trackball* integrado para poder manipular objetos en la pantalla. En algunos casos viene ya integrado, como es el caso de algunas pizarras, o forma parte del complemento de teclado del dispositivo móvil. Es el caso de las *tablets* de la marca *Asus*, que como se puede observar en la *figura 8*, a pesar de poseer una pantalla multitáctil, permiten acoplarse a un complemento que incorpora teclado y *touchpad*.

³⁵ *VoiceOver* de *Apple*: <http://www.apple.com/es/accessibility/voiceover/>

³⁶ Aplicaciones *TalkBack* y *SoundBack* de *Android*:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback&hl=es>

³⁷ Sitio de la aplicación *Cloe* en *GooglePlay*:
https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_misael_moreno.Cloe

³⁸ Sitio oficial de la aplicación *SIRI* para *Apple*: <http://www.apple.com/iphone/features/siri.html>

³⁹ Sitio oficial de la aplicación *Evi* para *Apple*: <http://evi.com/>

⁴⁰ *Namquentin's blog* - La verdad sobre los teléfonos *Blackberry*:
<http://namquentin.typepad.com/blog/2011/09/la-verdad-de-los-telefonos-blackberry.html>



Figura 8. Eee Pad Transformer Prime de la marca Asus⁴¹.

- 3) **Voz y sonido:** comentado anteriormente, esta funcionalidad, viene incorporada en todos los productos *Apple*, y que en otras marcas como *Android* o *Windows Mobile* se permite su descarga e instalación en casi todos sus productos. Mediante la voz y la lectura de la pantalla, el usuario no tiene necesidad de mirar la pantalla del dispositivo móvil, facilitando la interacción. Esta funcionalidad ha ido siendo desarrollada pensando principalmente en ofrecer facilidad de uso de las tecnologías móviles a personas invidentes o con visión reducida.
- 4) **Rastreo ocular:** en algunos casos, y dependiendo de la marca y el modelo, existe la posibilidad de facilitar la interacción con el dispositivo mediante rastreo ocular. El rastreo ocular permite que el usuario mediante el movimiento de sus ojos, pueda interactuar con el dispositivo móvil. Para ello, es necesario que el dispositivo móvil posea una cámara frontal, es decir, en la parte frontal de la pantalla, para que el usuario pueda ver la pantalla a la vez que interactúa con ésta. Juntamente con la interacción mediante voz y sonido, el rastreo ocular permite el uso de estos dispositivos a personas con algún grado de discapacidad.
- 5) **Pantalla táctil o multitáctil:** la mayoría de dispositivos móviles permiten su funcionamiento mediante la interacción directa con la pantalla. Las pantallas táctiles y multitáctiles permiten la entrada de datos y órdenes a los dispositivos móviles mediante el toque con los dedos sobre su superficie. Según la tecnología que usen, hay dos tipos de pantallas táctiles:
- **Resistivas:** son más baratas y no les afectan el polvo ni el agua, y además de ser más precisas pueden ser usadas con un puntero (o *stylus*) o con el dedo. Sin embargo, pierden hasta un 25% del brillo y son más gruesas, por lo que están siendo sustituidas por otras en los dispositivos móviles que precisan un tamaño y un peso ajustados, y además, mayor brillo en la pantalla por la posibilidad de estar expuestos a la luz directa del sol. Es cuando se habla de pantallas táctiles.
 - **Capacitivas:** La calidad de imagen es bastante buena, tienen una respuesta más rápida y permiten el uso de varios dedos a la vez, dando paso a la posibilidad de interpretar gestos (interfaz gestual). Sin embargo, son menos precisas que las anteriores, y también mucho más costosas. Es cuando se habla de pantallas *multitouch* o multi-táctiles.
- 6) **Lápiz o Stylus:** algunos dispositivos móviles funcionan mediante el uso de un lápiz, puntero o *stylus*, mediante el cuál se van seleccionando las opciones de la pantalla. Algunos incluso permiten reconocer la escritura y son usados por algunos dispositivos de tinta electrónica o también tinta digital. Es el caso de la mayoría de *PDA's*, así como

⁴¹ Eee Pad Transformer Prime de Asus: <http://eee.asus.com/es/eeepad/transformer-prime/features/>

de algunos *Pocket PC*, algunos modelos de *tablets* (como se puede observar en la figura 9) y de teléfonos móviles.



Figura 9. Tablet PC con soporte y stylus para su manejo⁴².

- 7) **Otros:** existen otras posibilidades de interacción mediante dispositivos móviles que incluyen otros canales como puede ser el tacto. Normalmente suelen ser complementos, ya sean físicos o aplicaciones descargables que permiten y facilitan el manejo del dispositivo. Mediante la descarga de algunas aplicaciones, los usuarios pueden saber en todo momento quien se está poniendo en contacto con el usuario mediante la configuración y personalización de las vibraciones del móvil. Otro ejemplo, como es el caso de la figura 10, se trata de una funda serigrafiada que permite el manejo mediante el tacto de las funcionalidades básicas del dispositivo móvil. La mayoría de estos complementos están pensados para facilitar el manejo a usuarios con algún grado de discapacidad visual.



Figura 10. Funda para el iPhone para personas ciegas o con visión reducida⁴³.

3.4. Problemática Asociada a los Dispositivos Móviles

Como se ha destacado en los subapartados anteriores, los dispositivos móviles abarcan una gran cantidad de *gadgets* o artilugios considerable, siendo muy heterogéneos tanto en tipología como en prestaciones, tanto por sus características físicas como por sus prestaciones

⁴² Soporte para *Tablet PC* con lápiz stylus: <http://www.izideal.es/p15326690/belkin-chef-stand-lapiz-stylus/>

⁴³ Funda serigrafiada para *iPhone* de Yanko Design: <http://www.yankodesign.com/2008/12/01/this-iphone-is-touhchier-than-most/>

tecnológicas, estilos de interacción, etc. Tanto es así que las prestaciones llegan a ser muy diversas no sólo dentro de una misma categoría de dispositivo, sino también entre los dispositivos ofrecidos por un mismo fabricante. Por ejemplo, como se puede observar en la **figura 11**, la marca HTC dispone del *smartphone* *HTC ChaChaCha*⁴⁴, que funciona sobre *Android* e incluye teclado y pantalla táctil, mientras que el modelo *Titan*⁴⁵ de la misma marca funciona sobre *Windows Phone* e incluye pantalla táctil.



Figura 11. Comparativa de dos modelos de *smartphone* de la marca HTC.

Esta variedad de tipologías ofrece diferentes dificultades a la hora de evaluar la usabilidad de las aplicaciones para cada tipo de dispositivo móvil. Obviamente, no se tendrán las mismas dificultades a la hora de evaluar una pizarra de 10,1 pulgadas de pantalla que un teléfono inteligente de 4 pulgadas: las dimensiones de la pantalla, el hardware que posee, el sistema operativo en el que trabaja, así como el estilo de interacción con el que se interactúa con el dispositivo serán completamente distintos y ofrecerán más o menos dificultades no sólo en la evaluación de la usabilidad sino en el mismo diseño de las aplicaciones.

Las principales problemáticas que ofrecen los dispositivos móviles, no sólo desde el punto de vista de la usabilidad sino también en lo que respecta al diseño y creación de las aplicaciones son las siguientes:

1. **El tamaño del dispositivo y de su pantalla:** por norma general, las pantallas de estos dispositivos son demasiado pequeñas. Ello conlleva que la información debe estar estructurada y resumida correctamente para que el usuario pueda visualizarla adecuadamente para ese tamaño.
2. **Las prestaciones tecnológicas:** a pesar de que cada vez más los dispositivos móviles poseen mejores prestaciones tecnológicas y es un campo en continua evolución, cabe mencionar que dichas prestaciones continúan siendo limitadas, tanto de procesamiento como de memoria, respecto a sus homólogos de sobremesa (portátiles)

⁴⁴ Sitio oficial del *smartphone* HTC Chachacha: <http://www.htc.com/es/smartphones/htc-chacha/>

⁴⁵ Sitio oficial del *smartphone* HTC Titan: <http://www.htc.com/es/smartphones/htc-titan/>

o pc de sobremesa). Dichas limitaciones tanto en software como en hardware implican que determinados programas u operaciones no puedan ser realizados con los dispositivos móviles, por lo que los diseñadores y desarrolladores deben tener en cuenta estas limitaciones a la hora de realizar sus aplicaciones.

3. **La interacción:** tal y como hemos comentado hay múltiples maneras de interactuar con los dispositivos móviles, aunque el más común de todos sea la interacción con la pantalla. Teniendo en cuenta el pequeño tamaño de las pantallas de los dispositivos móviles se pueden dar casos en que la dificultad radica en poder interactuar correctamente con éstas. El ejemplo típico es el derivado del *síndrome de los dedos gruesos*, en inglés, *fat-finger syndrome*⁴⁶, donde debido al pequeño tamaño de la pantalla y por tanto de los botones y teclado que aparecen en éste, el usuario no puede seleccionar o interactuar correctamente con el dispositivo.
4. **La movilidad:** la movilidad es la característica principal de esta tipología de dispositivos. Esta característica cambia la manera en que pensamos acerca de los problemas que surgen con los sistemas fijos o estacionarios (como los ordenadores portátiles o los de sobremesa). Los aspectos que se tienen en cuenta son el contexto, la interacción y el desarrollo del sistema tal y como se constata en [16]. Esto se debe a que la movilidad conlleva poderse encontrar en ambientes muy variables, añadiendo otra capa de complejidad en el diseño y el manejo de los sistemas móviles. Ejemplos de entornos variables pueden ser una casa, un taxi o un auditorio. El acceso a la comunicación y la informática básica no se establece de acuerdo a una ubicación fija o permanente, sino que es requerido por los usuarios en cualquier lugar, en cualquier momento y en diferentes circunstancias.

La característica inherente de movilidad asociada a los dispositivos móviles introduce un problema adicional: el contexto de uso. El contexto de uso corresponde a las condiciones particulares en las que un dispositivo será utilizado, atendiendo principalmente a los factores que influirán en su uso y en el grado de satisfacción de los usuarios.

Un contexto de uso móvil implica que ambos, el usuario y el teléfono están en constante movimiento, y por lo tanto el entorno es cambiante. Por otra parte, las tareas del usuario están sujetas a continuas interrupciones (por ejemplo, la pérdida de la cobertura, llamadas entrantes o distracciones). Tener en cuenta e incorporar variables relacionadas con el contexto en el proceso de test, introduce indudablemente nuevos aspectos a tener en cuenta, alejando los entornos tradicionales de evaluación, generalmente estacionarios, de una situación natural [17].

Estos factores o variables que influyen en el uso y que configuran el contexto de uso pueden provenir del entorno (espacio, tiempo, temperatura, ruido, movimiento...), de consideraciones técnicas (conectividad, prestaciones, configuraciones...), de las características inherentes al propio usuario (preferencias, gustos y hábitos) o del entorno organizativo en el que el dispositivo será utilizado. Algunas cuestiones importantes a considerar a la hora de hablar del contexto de uso son las siguientes:

⁴⁶ Síndrome de los dedos gordos descrito en un *Alertbox* de Jakob Nielsen:
<http://www.useit.com/alertbox/mobile-usability.html>

- La evaluación de la usabilidad dependerá de la comprensión y la planificación de las características de los usuarios, las tareas y también del entorno físico y organizativo en el que el dispositivo será utilizado, es decir, de su contexto. Comprender el contexto de uso significa comprender las circunstancias en las cuales un producto va a ser usado.
- El contexto de uso implica el análisis de cuestiones aparentemente irrelevantes, pero que en realidad son determinantes. Por eso, medir la usabilidad significa evaluar la calidad de su diseño en el contexto de uso para el que está diseñado.
- No es coherente determinar la usabilidad de un producto sin antes haber descrito el/los contexto/s de uso.

Por lo tanto, a partir de estas premisas resulta particularmente complejo determinar el contexto de uso de la mayoría de dispositivos móviles, puesto que debido a su inherente característica de movilidad pueden ser utilizados en cualquier lugar y en cualquier momento.

En resumen, queda más que demostrado que la utilidad y la interacción de un usuario con el dispositivo variarán según el contexto de uso en el que se produzca la interacción, afectando no sólo la propia interacción sino también las variables y métricas que se deben tener en cuenta a la hora de establecer unas pautas para la evaluación de la usabilidad. Tener en cuenta e incorporar variables relacionadas con el contexto en el proceso de test introduce indudablemente aspectos que complican la evaluación.

Parte 2: Estado del Arte en Evaluación de la Usabilidad en Dispositivos Móviles

Capítulo 4. Adaptaciones Realizadas en el Estudio de la Usabilidad Móvil

En los últimos años, los esfuerzos por hallar metodologías apropiadas para evaluar la usabilidad móvil han incrementado enormemente [18]. Son muchos los grupos de investigación que han intentado encontrar solución a las diversas problemáticas y retos asociados a los dispositivos móviles. A pesar de ello, aunque existe un esfuerzo de investigación considerable en el campo de la usabilidad, en términos generales, debido a que la irrupción de la tecnología móvil es todavía reciente, relativamente pocos estudios en usabilidad móvil han sido llevados a cabo hasta el momento. Como nota remarcable, tan sólo el 41% de los artículos en usabilidad móvil son de naturaleza empírica [19].

4.1. Dificultades en la evaluación de la usabilidad móvil

Aunque los métodos de evaluación de la usabilidad existentes en el campo de la IPO tienen una amplia trayectoria y pueden también aplicarse en este tipo de entornos, no son especialmente adecuados puesto que no contemplan sus particularidades propias. Es por ello que las técnicas y métodos existentes deben ser especializados (formulación de nuevos principios heurísticos acordes a las peculiaridades de las interfaces móviles, adecuación de cuestionarios a este tipo de consideraciones, análisis de la conveniencia de los tests de campo, de tal forma que el factor de movilidad sea una característica intrínseca de las pruebas, etc.), con objeto de que el contexto de uso pase a ser un parámetro destacado en la evaluación. Por otro lado, debe dedicarse especial atención al software y hardware que dé soporte a estos métodos de evaluación y tests de usabilidad específicos para entornos móviles.

Existen varias razones que hacen que la evaluación de la usabilidad móvil, y en especial el registro de datos cuantitativos, sea retante, tal y como se explica en un *Alertbox* de J. Nielsen⁴⁷. Las técnicas de usabilidad móvil deben abordar tres dificultades clave:

1. El limitado tamaño de pantalla de los dispositivos móviles.
2. La falta de herramientas de software específicas.
3. Las dificultades adicionales derivadas de un contexto móvil.

⁴⁷ Sitio web *Alertbox* de J. Nielsen, *Mobile Usability First Findings*:
<http://www.useit.com/alertbox/mobile-usability-study-1.html>

En primer lugar, las pequeñas pantallas de estos dispositivos dificultan la interacción del usuario, en relación a una pantalla de escritorio tradicional, de muy diversas formas. Especialmente notable es el hecho de que las limitadas capacidades tecnológicas de estos dispositivos restringen el proceso de recogida de datos cualitativos y cuantitativos durante los tests de usabilidad. Esta restricción es especialmente importante en la recogida de datos precisos relativos a la mirada y movimiento de los ojos del usuario, por medio de técnicas de *eyetracking*. Esto es debido a que el ojo apenas se mueve cuando la mirada de la persona se desplaza entre elementos relativamente próximos, como ocurre en las pantallas de los dispositivos móviles [20].

En segundo lugar, se carece de software exhaustivo y completamente desarrollado para el estudio de la usabilidad, específicamente orientado a dispositivos móviles. Sin ir más lejos, el software *Morae*⁴⁸ no puede ser aprovechado en todo su potencial cuando se utiliza la configuración para dispositivo móvil. Este software no es capaz de grabar el manejo e interacción con el dispositivo físico (pantalla táctil, botones físicos y de software, etc.), mientras que en las aplicaciones de escritorio es posible registrar tanto los *clicks* del ratón como el uso del teclado.

Finalmente, la característica inherente de movilidad asociada a los dispositivos móviles introduce un problema adicional. Un contexto móvil significa que ambos, el usuario y el teléfono están en constante movimiento, y por lo tanto, el entorno es cambiante. Por otra parte, las tareas del usuario están sujetas a las interrupciones (por ejemplo, la pérdida de la cobertura, llamadas entrantes o distracciones).

4.2. Evaluaciones con Expertos

La evaluación con expertos como se ha comentado en un capítulo anterior, es una de las principales herramientas utilizadas en la evaluación de la usabilidad, debido a su facilidad para realizarla teniendo en cuenta tanto costes temporales como costes de recursos humanos.

En el caso de los dispositivos móviles, es también una de las metodologías más populares por los mismos motivos. Los expertos o especialistas realizan una evaluación aplicando una lista de criterios y sus conocimientos sobre la experiencia de los usuarios, pero en este caso, dichos criterios son definidos especialmente teniendo en cuenta las características propias de este tipo de dispositivos. Es por ello, que en algunas evaluaciones se incluye el cambio de escenario y de contexto de uso para que el evaluador pueda realizar una evaluación más precisa.

No obstante, existen distintos conjuntos de heurísticos definidos en la literatura, los cuales difieren según la tipología del dispositivo (por ejemplo, si es un teléfono inteligente o en cambio, se trata de una pizarra) e incluso, según la plataforma (sistema operativo), de manera que no hay una lista de heurísticos universalmente reconocida y consensuada. Son muchos los fabricantes de dispositivos y proveedores de programario que no permiten la publicación de aplicaciones que no cumplan un mínimo de criterios en usabilidad, como es el caso de *Apple*

⁴⁸ Sitio oficial del software *Morae*: <http://www.techsmith.com/morae.html>

para sus dispositivos móviles⁴⁹ o *Nokia*⁵⁰, ofreciendo guías de estilo para los desarrolladores. Además, como paso previo a su publicación, los expertos de estas marcas realizan diferentes evaluaciones heurísticas y otras evaluaciones similares, para poder evaluar la usabilidad de las aplicaciones y en caso de superarlas, son publicadas en las tiendas online de aplicaciones.

Toda esta proliferación de guías y criterios tiende más a confundir que a clarificar, puesto que resulta complejo establecer el conjunto de heurísticos a considerar, de tal forma que implica un mayor esfuerzo para los desarrolladores.

Las evaluaciones más típicas que se realizan son las evaluaciones heurísticas, los recorridos cognitivos y la revisión de guías de estilo. Cabe destacar también algunas variaciones de la evaluación heurística, como el recorrido heurístico, ideado para evaluar dispositivos móviles incorporando escenarios de uso a la aplicación práctica de la evaluación heurística, o bien el recorrido contextual, para conducir un recorrido heurístico mediante el trabajo de campo tal y como se explica en [21].

4.2.1. Evaluaciones Heurísticas

Como ya se ha comentado anteriormente, una evaluación heurística es una técnica de evaluación de la usabilidad basada en inspección, donde los especialistas en usabilidad examinan la interfaz de usuario y juzgan el cumplimiento de un conjunto de criterios o principios heurísticos seleccionados de manera específica y minuciosa.

En las evaluaciones heurísticas para dispositivos móviles existe cierta discrepancia, fruto de la falta de formalización de unas heurísticas y sub-heurísticas propias para la evaluación de la usabilidad de dispositivos móviles. Algunos autores consideran que se deben aplicar las 10 heurísticas de Nielsen, ya comentadas en el apartado 1.2.1., modificadas, eliminando y añadiendo además de éstas, otras que tienen en cuenta factores y criterios, que facilitan la evaluación teniendo en cuenta las características propias de las tecnologías móviles, como se comenta en [22] y [23]. Uno de los factores que se incluye en las nuevas propuestas es el cambio de escenario. Tal y como se comenta en [22] y [23], el cambio de escenario favorece la obtención de resultados válidos durante la evaluación, mejorando la adquisición de resultados favorables y minimizando los falsos positivos que se pueden dar en las evaluaciones heurísticas. Es el caso de los estudios descritos en [23] y [24], donde después de evaluar las 10 heurísticas generales postuladas por *Nielsen* en [8], se opta por eliminar algunas de ellas, o en su defecto, por eliminar algunas de las sub-heurísticas, por su falta de aplicabilidad en este tipo de dispositivos debido principalmente a la variabilidad de contextos de uso.

Un ejemplo es el estudio presentado en [24] donde se presentan 8 heurísticas, que son descritas, a continuación, en la tabla 1.

⁴⁹ Sitio web de *Apple Developers* – Instrucciones para garantizar la experiencia del usuario:
<https://developer.apple.com/library/ios/#documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/Introduction/Introduction.html>

⁵⁰ Sitio web de *Nokia* para desarrolladores:
http://www.developer.nokia.com/Resources/Library/Design_and_UX/

Heurística Móvil	Descripción
Heurística 1	Visibilidad del estado del sistema y perdida/búsqueda del dispositivo móvil
Heurística 2	Correspondencia entre el sistema y el mundo real
Heurística 3	Consistencia y mapeo
Heurística 4	Buena ergonomía y diseño minimalista
Heurística 5	Facilidad de entrada, lectura y vista de pantalla
Heurística 6	Flexibilidad, eficiencia de uso y personalización
Heurística 7	Estética, privacidad y convencionalismos sociales
Heurística 8	Gestión realista de errores

Tabla 1: Heurísticas móviles escogidas en [24].

Como se puede observar en la lista, aquellas heurísticas que tienen que ver más con las heurísticas aplicables a entornos estáticos desaparecen, por lo tanto, las heurísticas iniciales 3 (la referente a control y libertad del usuario) y 10 (la referente a la ayuda y documentación), siendo las más complicadas de garantizar en dispositivos móviles debido a sus características físicas propias (pantalla pequeña, memoria de almacenamiento limitada, etc.).

Otros autores, en cambio, consideran que las 10 heurísticas de Nielsen no son aplicables en contextos de tecnología móvil, proponiendo nuevas heurísticas específicas para la evaluación de dispositivos móviles, como es el caso de [25]. En dicho estudio, después de realizar un estudio de los principios de usabilidad referentes a dispositivos móviles, tal y como se puede ver en la [figura 12](#), se identifican los principios válidos referentes sobretodo a la interfaz de usuario (IU en castellano, en la [figura 12](#) aparece como UI, del inglés); y finalmente, teniendo en cuenta los elementos que afecta a la interfaz, se crean una lista de verificación, en inglés *checklist*.

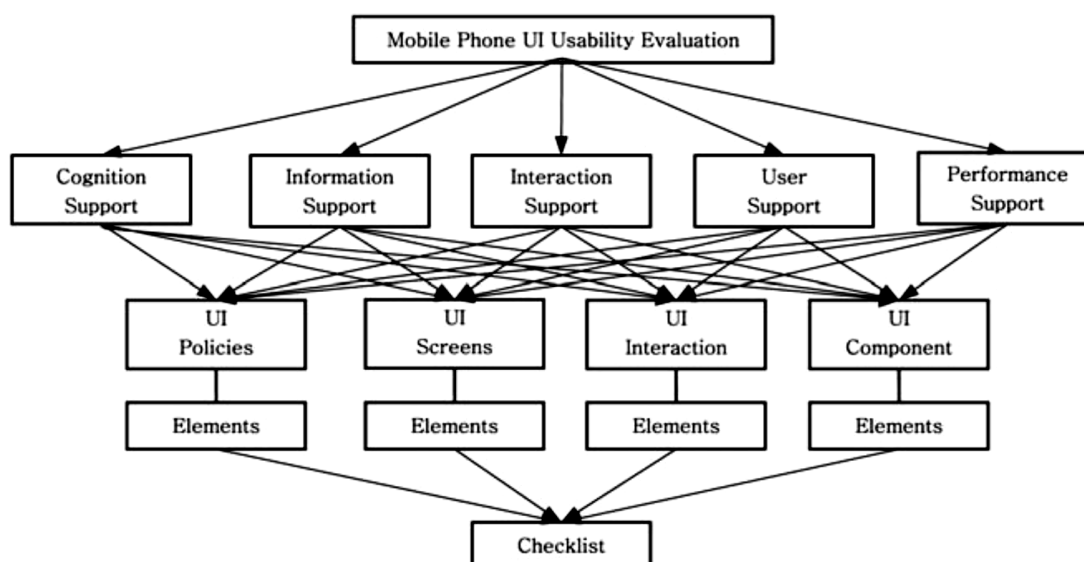


Figura 12. Factores de la evaluación de la IU de los dispositivos móviles de [25].

Algunos de los estudios presentados, como es el caso de [22], [23], [24] y [25], sugieren realizar una evaluación heurística conjuntamente con otros métodos de inspección o evaluación con expertos, como son algunas variantes de los recorridos cognitivos o la revisión de estándares. Los resultados obtenidos por estos estudios, además de mejorar los datos obtenidos, ayudan a introducir también los factores de variabilidad de contextos de uso, e

incluso el cambio de escenario, dando como resultado evaluaciones más reales y proporcionando sugerencias de mejora más realistas.

4.2.2. Otros Métodos de Evaluación con Expertos

Uno de los métodos que se está utilizando conjuntamente con las evaluaciones heurísticas para dispositivos móviles son los recorridos cognitivos, tal y como se ha comentado previamente. Los recorridos cognitivos reciben este nombre porque el especialista que realiza la sesión recorre un escenario de tareas determinado, tal y como lo haría un usuario potencial, es decir, asumiendo el papel de usuario. Para ello es muy importante describir de manera precisa el factor cognitivo de los usuarios potenciales (conocimientos previos y experiencia en uso), para que pueda tenerse en cuenta por parte de los expertos a lo largo de toda la sesión de evaluación. Se trata de comprobar si la interfaz es adecuada para ese perfil de usuario. Esta comprobación, a diferencia de la evaluación heurística, se lleva a cabo mediante el seguimiento de las acciones que conducen a la completitud de las tareas seleccionadas. Es por ello que en lugar de deducir los problemas de usabilidad de la interfaz, como es en el caso de la evaluación heurística, con esta técnica lo que se hace es contrastar los principios de usabilidad durante el recorrido de las acciones. Otra diferencia es el conjunto de principios empleado, que no se basan en unos heurísticos específicos, sino que son mucho más generales y básicos en el recorrido cognitivo.

Una de las principales variaciones en los recorridos cognitivos en la evaluación móvil, respecto a la descripción del método tradicional, es el hecho de que se contemplan las características inherentes a los dispositivos móviles, la movilidad, y por tanto la variabilidad de los contextos de uso de éstos. Gracias a la adición de diferentes escenarios a la hora de realizar las diferentes evaluaciones, los expertos pueden no sólo empatizar con los usuarios finales de la aplicación, sino también mejorar dicha evaluación en lo que se refiere a la adquisición de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Sin embargo, en ninguno de estos estudios [22], [23] y [26], se establece una metodología homogénea. En algunos casos se sugiere que el mismo grupo de tareas definidas sean llevadas a cabo por el experto en diferentes escenarios. En otros casos se propone que las tareas sean diferentes según el escenario y el contexto de uso. Es importante mencionar que con la inclusión del cambio de escenario y contexto de uso, algunos autores recomiendan el uso combinado de una evaluación heurística específica para dispositivos móviles con un recorrido cognitivo contextual. En dichos estudios esta técnica se denomina recorrido heurístico, tal y como se explica en [21]. En un recorrido heurístico el experto analiza y lleva a cabo la evaluación de las heurísticas en diferentes escenarios y situaciones, es decir, se añaden los factores de movilidad y contexto de uso a una evaluación heurística tradicional. Mediante esta técnica el experto se enfrenta a escenarios y situaciones reales, hecho que aporta una mayor naturalidad y realismo a los resultados de la evaluación.

En cambio, por norma general, en las inspecciones formales de usabilidad, donde los diferentes expertos contemplan con mayor amplitud los conceptos más técnicos a la hora de evaluar la aplicación o dispositivo, no consideran necesario el cambio de escenario ni realizar el test en diferentes contextos de uso, tal y como se constata en [25]. Ello es debido a que en las evaluaciones de este tipo los expertos deben centrarse principalmente en encontrar los

problemas más importantes de usabilidad en la realización de las tareas de las propias aplicaciones (si cumplen por ejemplo, los requisitos de uso propios para las que fueron creadas), así como los aspectos más técnicos relacionados.

Por otro lado, en lo que se refiere a las técnicas por revisión de estándares, son muchas las empresas y entidades que han hecho grandes esfuerzos para determinar y ofrecer unas guías de estilo o listas de comprobación (*human interface guidelines* o *checklists*). Como ya se ha comentado en la introducción de este apartado, empresas como *Apple* y *Nokia* ofrecen guías de estilo para los desarrolladores que quieran implementar y subir aplicaciones a sus tiendas online. En el caso de *Apple*⁵¹ el cumplimiento de su conjunto de *guidelines* constituye un requisito. Tanto es así que caso de no seguir dichas guías, no se pasan las evaluaciones por los expertos de esta marca, y por tanto las aplicaciones no son publicadas en el *AppleStore*. También, existen guías particulares para otros sistemas operativos, como son *Android*⁵² y *Windows Phone*⁵³, y a la vez, también para los fabricantes como son *Motorola*⁵⁴ o *Blackberry*⁵⁵, entre otros.

A parte de las guías de los fabricantes y proveedores de software, existen otras guías denominadas guías de interfaz humana, que son guías de diseño de interfaz pensadas para facilitar la interacción con el usuario estándar. Consisten en un conjunto de recomendaciones destinadas a mejorar la experiencia de usuario, haciendo interfaces más intuitivas y usables.

Dichas guías describen aspectos visuales del diseño como el diseño de los iconos o el estilo de las ventanas. También, con frecuencia, especifican cómo serán los mecanismos de entra y la interacción del usuario. La mayoría de estas guías pueden encontrarse en internet, como por ejemplo, los siguientes portales: *Experience Dynamics*⁵⁶, *Idemployee*⁵⁷, *MobilexWeb*⁵⁸ y el sitio web de *Simon Whatley*⁵⁹.

Tanto las guías de los diferentes fabricantes y proveedores como las guías de interfaz humana, tienen como ventajas de que por un lado, garantizan la consistencia a través de los productos de una misma marca o una plataforma y por otro, mejoran la experiencia de usuario.

Además, existen en el mercado diferentes herramientas automatizadas que realizan evaluaciones básicas de usabilidad para aplicaciones en dispositivos móviles. Algunas de las más populares funcionan mediante *checklists* ya creadas que pueden o no ser ampliadas por el

⁵¹ Sitio web de guías de estilo de *Apple*: <https://developer.apple.com/library/ios/navigation/>

⁵² Guía para *Android*: <http://developer.android.com/design/index.html>

⁵³ Guía de *Windows Phone*: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh202915\(v=vs.92\)](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh202915(v=vs.92))

⁵⁴ Sitio web de *Motorola Good Practices for developers*:

<http://developer.motorola.com/tools/motodevstudio/>

⁵⁵ Sitio web de *Blackberry UI Guidelines*:

https://developer.blackberry.com/java/documentation/ww_java_bp/bp_intro_1984355_11.html

⁵⁶ *Experience Dynamics: UI Style Guides* : <http://www.experiencedynamics.com/science-usability/ui-style-guides>

⁵⁷ *Idemployee – A collection of UI guidelines*:

<http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/ui-guide-line-collection.htm>

⁵⁸ *Blog Breaking the Mobile Web – UI Guidelines for mobile and tablet web app design*:

<http://www.mobilexweb.com/blog/ui-guidelines-mobile-tablet-design>

⁵⁹ *Web de Simon Whatley – User Interface Guidelines for Mobile and Tablet Devices*:

<http://www.mobilexweb.com/blog/ui-guidelines-mobile-tablet-design>

experto o desarrollador que quiera realizar la evaluación. Es el caso de la aplicación *SEETEST*⁶⁰, que ofrece la evaluación para todo tipo de aplicaciones para móviles (des de juegos a sitios webs), desarrolladas en diferentes lenguajes de programación y para las diferentes marcas de dispositivos. Mediante esta herramienta en particular se puede llevar a cabo la evaluación previa antes de pasar los controles pertinentes propios de la plataforma, desde el propio ordenador de sobremesa.

Otras aplicaciones están más pensadas específicamente para los dispositivos finales, como son el *iPadPeek*⁶¹ o el *iPhoney*⁶², una aplicación que funciona directamente en cualquier navegador, donde pegando el código fuente de la aplicación implementada se podrá poner a prueba y evaluar la aplicación como si estuviese funcionando en un *iPad* o en un *iPhone*, respectivamente. Otras en cambio están más pensadas para una marca de dispositivos. Es el caso del software *Test Studio for iOS*⁶³, que sirve para evaluar cualquier aplicación para cualquier dispositivo *Apple*. Otras herramientas como *Perfecto mobile*⁶⁴ permiten la evaluación de cualquier tipo de aplicación, ya sea web o no, para cualquier tipo de dispositivo, permitiendo emular su funcionamiento en cualquier dispositivo móvil o navegador.

Cabe destacar que donde se han realizado más esfuerzos es en la elaboración de guías y herramientas específicamente para la evaluación de la web móvil. Ello es debido a que originalmente, una de las primeras prestaciones extra que ofrecieron los dispositivos móviles fue la conexión a internet. En este sentido, se han realizado múltiples estudios para mejorar la navegación y visualización de los sitios web en los dispositivos móviles, así como también en lo que concierne a la adaptación y optimización de los contenidos, sin dejar de ofrecer una experiencia de usuario rica. Hay numerosas guías de estilo y *checklists* elaboradas por expertos. Algunos de estos trabajos son [27], [28], [29] y [30].

Gracias a los esfuerzos realizados, hoy en día existen varias guías e implementaciones automatizadas de listas de comprobación, desarrolladas mediante validadores de código, etiquetas, así como de hojas de estilo y de accesibilidad. Algunas de estas aplicaciones están pensadas para algunos tipos de dispositivos en concreto, como pueden ser los existentes para los dispositivos de la marca *Apple*, o para *Nokia*, o para varias marcas a la vez. Algunos distinguen entre navegadores, y por último, otros ofrecen una evaluación general sin distinguir entre navegador, sistema operativo o marca de dispositivos. Algunas de estas aplicaciones automáticas de evaluación se presentan a continuación:

- *W3C mobileOK Checker*⁶⁵: esta herramienta permite evaluar la usabilidad y la accesibilidad de un sitio web teniendo en cuenta las guías de estilo y buenas prácticas

⁶⁰ Sitio web de *SEETEST*: <http://experitest.com/>

⁶¹ Sitio web oficial de la herramienta de evaluación *iPad Peek*: <http://ipadpeek.com/>

⁶² Sitio web oficial de la herramienta de evaluación *iPhoney*: <http://www.marketcircle.com/iphoney/>

⁶³ Sitio web oficial de la herramienta de evaluación *Test Studio for iOS*:

<http://www.telerik.com/automated-testing-tools/ios-testing.aspx>

⁶⁴ Sitio web de la herramienta *perfecto mobile*: <http://www.perfectomobile.com/>

⁶⁵ Sitio oficial de la herramienta de evaluación web *W3C mobileOK Checker*:
<http://validator.w3.org/mobile/>

para la implementación de webs para dispositivos móviles, desarrolladas por la W3C⁶⁶, en su guía para dispositivos móviles⁶⁷.

- *Keynote Mite*⁶⁸: esta herramienta se descarga e instala en el ordenador de sobremesa (o similar) y permite evaluar la usabilidad así como los estándares web para todo tipo de dispositivos móviles y navegadores.
- *Gomez Cross-Device Website Compatibility Test*⁶⁹: esta aplicación web permite conocer la compatibilidad entre diferentes fabricantes, tanto en lo que se refiere a navegadores como marcas de dispositivos.
- *mobiReady*⁷⁰: aplicación web que permite la evaluación del sitio web teniendo en cuenta diferentes estándares web y herramientas online de evaluación, incluyendo el *W3C mobileOK Checker* o el *Gomez Cross-Device Website Compatibility Test*.
- *iBBDemo2*⁷¹: es una aplicación de *Adobe Air* que permite emular la navegación web de los navegadores propios o descargables para los dispositivos *iPhone* y *iPad*.
- *Opera Mini Simulator*⁷²: esta aplicación permite la simulación de la navegación de un sitio web tal y como se realizará en el navegador para móviles de *Opera*, el *Opera Mini Browser*⁷³.

En resumen, son muchas las guías de estilo, referencia y estándares, así como las herramientas de evaluación para poder realizar evaluaciones sobre aplicaciones móviles. Aún así, tal y como se comenta en un *Alertbox de Nielsen*⁷⁴, aún no son suficientes los esfuerzos que se realizan para adaptar u ofrecer íntegramente webs destinadas y adaptadas para dispositivos móviles, así como aplicaciones pensadas para las pequeñas pantallas de los dispositivos móviles, y aún queda muchísimo para mejorar en este aspecto. En general, la experiencia de usuario de los portales móviles necesita aún una considerable mejora.

4.3. Tests de Usabilidad

Como se ha comentado anteriormente, un test de usabilidad es el proceso que permite aprender de los usuarios cómo de usable es un producto o una aplicación, observándolos o monitorizándolos mientras lo utilizan. En estos tests se intenta recabar la máxima información de la interacción del usuario con la aplicación y el dispositivo, monitorizándolo u observando sus reacciones.

⁶⁶ Sitio web del W3C: *Mobile Web Best Practices*: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-mobile-bp-20080729/>

⁶⁷ Guía para el desarrollo en dispositivos móviles de W3C: <http://www.w3.org/Mobile/>

⁶⁸ Sitio oficial de *Keynote Mite*: <http://mite.keynote.com/download.php>

⁶⁹ Sitio web de la herramienta online *Gomez Cross-Device Website Compatibility Test* : <http://www.gomez.com/cross-device-website-compatibility-test/>

⁷⁰ Sitio web de la herramienta de evaluación online *mobiReady*: http://ready.mobi/launch.jsp?locale=en_EN

⁷¹ Sitio web de la herramienta de *iBBDemo2*: <http://labs.blackbaud.com/NetCommunity/article?artid=662>

⁷² Sitio web de la herramienta *Opera Mini Simulator*: <http://www.opera.com/developer/tools/mini/>

⁷³ Sitio web de los navegadores *Opera Mini* & *Opera Mini Browser*: <http://www.opera.com/mobile/>

⁷⁴ Jakob Nielsen's *Alertbox*, September 26, 2011 - Mobile Usability Update : <http://www.useit.com/alertbox/mobile-usability.html>

En los tests de usabilidad para dispositivos móviles se siguen las mismas pesquisas y métricas que en los tests de usabilidad convencionales, pero con las dificultades inherentes derivadas de sus particularidades: sus limitaciones físicas, la pantalla pequeña con la que interactuar, el factor de movilidad, etc. A pesar de dichas limitaciones se intenta recabar el máximo de información. Ello dependerá, principalmente, del test o prueba de usuario que se vaya a realizar. Es por ello que se explican a continuación las diferentes adaptaciones de los tests de usabilidad según la metodología de test o técnica que se vaya a realizar y, teniendo en cuenta el factor de movilidad, dónde se deben realizar.

4.3.1. Tests en Laboratorio versus Tests de Campo

Tal y como se ha comentado previamente, la característica de movilidad propia de los dispositivos móviles afecta completamente a la interacción del usuario con su dispositivo móvil. A su vez, aumenta enormemente la variabilidad de contextos de uso en que se puede interactuar con un dispositivo móvil y por tanto, afecta a la medición de la usabilidad de un dispositivo y sus aplicaciones.

Por estos motivos, una de las discusiones más comunes en la investigación de la usabilidad móvil es la necesidad de realizar las experimentaciones en laboratorio o en diferentes escenarios y contextos uso reales, más allá de las técnicas y métodos de evaluación que se realizan comúnmente en un ambiente controlado.

Esta controversia es un aspecto que ha motivado a diferentes grupos de investigación a llevar a cabo estudios comparativos de tests de usabilidad en laboratorio y en campo, tales como [17], [31], [32], [33], [34] y [35]. Las conclusiones de dichos trabajos apuntan a que en la mayoría de casos se obtienen datos más relevantes cuando los tests se realizan en el laboratorio, en relación a los tests de campo, llevados a cabo en contextos reales.

Los tests de campo están sujetos a múltiples interrupciones y distracciones por parte del usuario, conllevan a un consumo mucho mayor de tiempo efectivo para su evaluación, por lo que no llega a compensar todo el esfuerzo que supone su puesta en escena. Cabe remarcar que la dificultad de organizar y realizar un test de campo es mayor debido a que conlleva un coste elevado tanto de recursos humanos (puesto que hay más necesidad de técnicos, observadores y facilitadores durante la realización del test para recabar datos y ayudar al usuario en caso de que sea necesario) como temporal, puesto que la organización y la realización del test implica también más planificación y está sujeto a más interrupciones, tal y como se comenta en [17] y [31]. Así pues, los tests de campo conllevan a un consumo mucho mayor de tiempo efectivo para su evaluación, por lo que no llega a compensar todo el esfuerzo que supone su puesta en escena.

Por otro lado, la mayoría de estas investigaciones llegan a la conclusión de que en la mayoría de casos en los tests de campo se obtienen únicamente datos cualitativos. Otra de las conclusiones obtenidas es que este tipo de estudios se limitan a la detección de los problemas de usabilidad más evidentes, tal y como se comenta en [32], [33] y [35], así como aquellos problemas directamente relacionados con el dispositivo utilizado, como por ejemplo, falta de visibilidad de la pantalla debido a la exposición a la luz natural o la dificultad de poder manejar

con una sola mano el dispositivo. Este tipo de problemáticas, más relacionadas con el diseño y ergonomía del propio dispositivo, en la mayoría de casos, no pueden ser detectados mediante un test controlado convencional, tal y como se constata en [31]. A pesar de ello, en la mayoría de estudios se constata la carencia de datos cualitativos sólidos en las experimentaciones.

Por el contrario, los test realizados en ambientes controlados y/o laboratorios, ofrecen la posibilidad de obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos. Pero en contrapartida, no permiten evaluar la usabilidad en un contexto real de uso del dispositivo.

Debido a estas premisas, tal y como se recomienda en [34], se aconseja posponer los tests de campo para las fases finales del desarrollo, y siempre habiendo realizado previamente, como mínimo, un test en laboratorio en las fases de desarrollo anteriores o antes de los tests de campo, para poder descartar el máximo número de problemas y haber podido obtener datos cuantitativos sólidos sobre la aplicación y/o el dispositivo.

Cabe destacar que aunque se pierde completamente el factor de movilidad, sí se puede tener en cuenta que se pueden ofrecer diferentes contextos de uso, por ejemplo, añadiendo una cinta de corredor y que el usuario deba correr durante la sesión, como ya se han hecho en diferentes estudios dentro de laboratorio, como es el caso del estudio presentado en [33].

En resumen, los estudios de usabilidad en dispositivos y en aplicaciones móviles realizados hasta el momento, así como la exploración de los distintos métodos de evaluación se centran en averiguar cómo identificar mejor los problemas de usabilidad. El propósito principal de éstos es dotar adecuadamente de usabilidad a las aplicaciones móviles, teniendo en cuenta las dificultades que ello conlleva, sobretodo en lo que se refiere a la obtención de datos tanto cualitativos como cuantitativos relevantes. Para ello, en la mayoría de casos, se ha optado por la adaptación de las metodologías existentes de evaluación de la usabilidad, tratando de optimizar los problemas que presentan estas técnicas en dichos dispositivos.

4.3.2. Otras Consideraciones Particulares Acerca de los Tests de Usabilidad en Interfaces Móviles

Debido a las limitaciones de los dispositivos móviles, principalmente de *hardware*, y a las características propias de éstos, la puesta en práctica de las diferentes técnicas de evaluación y de test para obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos relevantes en usabilidad tienen un mayor grado de dificultad.

Por un lado, las aplicaciones de soporte para este tipo de estudios no pueden ser utilizadas en los propios dispositivos, puesto que debido a sus bajas prestaciones de *hardware* y que no emplean el sistema operativo adecuado, no pueden ser instaladas en el propio aparato. Por tanto, se carece de *software* para el estudio de la usabilidad, específico para dispositivos móviles, que permita recopilar más allá de datos cualitativos. Sin ir más lejos, el software *Morae*⁷⁵ no puede ser aprovechado en todo su potencial cuando se utiliza la configuración para dispositivo móvil, al no poder registrar el manejo e interacción con el dispositivo físico (pantalla táctil, botones de software y físicos, etc.), a diferencia de las aplicaciones de

⁷⁵ TechSmith Inc. Morae software: <http://www.techsmith.com/morae.html>

sobremesa, que permiten registrar los *clicks* del ratón y uso del teclado. En el caso de aplicaciones móviles se facilita la grabación de la interacción con el dispositivo, siempre y cuando se conecte una cámara externa, con toda la problemática que esto comporta (complejidad en los preparativos del test y falta de flexibilidad).

Una de las metodologías más simplificadas y a las que más se recurre para realizar este tipo de tests consiste en grabar directamente al usuario mientras realiza el test, como se puede observar en la [figura 13](#), sin combinarlo con el uso de otros programas de soporte, como el Morae. En este caso la cámara no tiene por qué estar conectada al pc. Cabe decir, no obstante, que en este tipo de test tan sólo se podrán recoger datos de tipo cualitativo.



Figura 13. Test de usuario simple en una pizarra⁷⁶.

En dicha imagen se observa como el usuario está siendo grabado por la cámara, y como el facilitador está a su lado en caso de que el usuario necesite de su ayuda; en la otra parte del laboratorio, estará el observador, apuntando las reacciones y problemáticas con las que se encuentre el usuario. Esta metodología es quizás la formulación más simple de un test de usabilidad con usuarios, y aunque se pueden obtener datos cualitativos y los principales errores de funcionalidad, no se pueden obtener datos cuantitativos sólidos como en los tests de usabilidad convencionales, como pueden ser la navegación, la selección de iconos, etc.

A pesar de ello, se intenta monitorizar la interacción del usuario con el dispositivo, así como sus reacciones y explicaciones mientras va realizando las tareas, empleando la técnica del *thinking aloud*. La grabación será, por tanto, la fuente principal de resultados de la prueba, aunque en cualquier caso se extraerán únicamente valoraciones de tipo cualitativo.

Las técnicas de *thinking aloud*, las cuales se llevan a cabo con usuarios reales, tal y como se explica en [17] y [36], ofrecen la problemática de que el contexto de uso no es el natural para los usuarios. A los usuarios se les pide que digan lo que están mirando, pensando, haciendo y sintiendo, a medida que avanzan sobre su tarea en un escenario que no es el propio. Los observadores de esta prueba toman notas objetivas de todo lo que dicen los usuarios, siendo grabados tanto el audio como el vídeo de forma que los desarrolladores pueden ver lo que los participantes han hecho, y cómo han reaccionado. Dichas reacciones, como se comenta en [3],

⁷⁶ Test de usuario simple en una pizarra, imagen obtenida de: <http://www.facit-digital.com/en/user-experience/mobile-ux-test/>

no serán las mismas si el usuario está siendo monitorizado, puesto que puede sentirse cohibido o fuera de lugar.

Es por ello que para que los usuarios no se sientan observados directamente y para poder realizar la grabación de la interacción del usuario con el dispositivo, se realizan tests mediante la técnica de *think aloud* donde se disponen varias cámaras para realizar la grabación, con la presencia o no del facilitador en la misma sala. Un ejemplo de esta adaptación se puede ver en la **figura 14**.

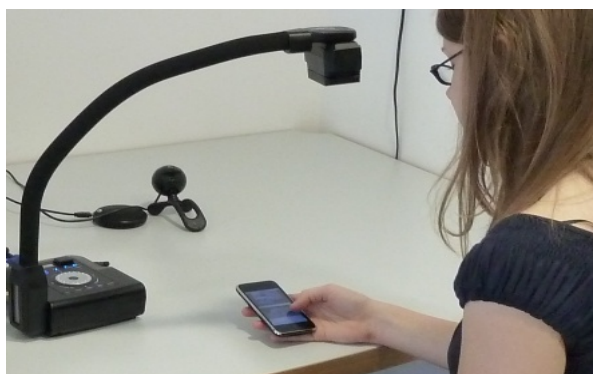


Figura 14. Test de usuario mediante la técnica de *think aloud* usando 2 cámaras⁷⁷.

Una de las cámaras se dispone encima del dispositivo para que se pueda grabar la interacción del usuario con el propio dispositivo. Por otro lado, se dispone de una cámara que apunta a la cara del usuario para poder grabar sus reacciones. A su vez una de las cámaras va equipada con un micrófono o, en su defecto, se pone un micrófono encima de la mesa o adherido a la ropa del usuario para poder recoger los comentarios que va realizando éste.

Sin embargo, mediante esta técnica no da solución a una de las problemáticas más destacadas de la evaluación para dispositivos móviles: la incorporación de la variable movilidad. Los usuarios se encuentran sentados en un laboratorio, alejándose de un contexto de uso real. Los dispositivos móviles ofrecen la ventaja de poder ser utilizados en movimiento, en cualquier momento y escenario (en la calle, en el transporte urbano, etc.). El factor de movilidad es, sin duda, otro punto importante de dificultad en la evaluación de este tipo de entornos. En algunas metodologías de tests se ofrece la posibilidad de realizar tests simples en escenarios reales, como es el caso de [19], [31], [32], [33] y [34]. En estos estudios, se propone un gran despliegue de medios y de personal, grabando al usuario en diferentes escenarios y contextos de uso, mientras éste lleva a cabo el test, tal y como se puede observar en la **figura 15**.

⁷⁷ Test de usuario mediante la técnica *think aloud* en un *smartphone*, imagen obtenida de: <http://www.facit-digital.com/en/user-experience/mobile-ux-test/>



Figura 15. Test de usuario realizado en diferentes escenarios propuesto en [33].

Para poder dotar de cierta movilidad, a la vez que minimizar los costes a la hora de realizar los tests de usuarios en diferentes contextos de uso y escenarios, algunos estudios realizados en diferentes universidades y centros de investigación, así como en algunas empresas, se han centrado en la creación de dispositivos que se acoplen al propio dispositivo móvil. Estos dispositivos van acoplados al dispositivo móvil y constan de varias cámaras, así como un micrófono. Dichas cámaras monitorean tanto la interacción del usuario con el dispositivo móvil como también la cara. Normalmente se emplean en estudios que aplican las técnicas de *thinking aloud* y permiten que el usuario interactúe con cierto grado de movilidad y naturalidad con el dispositivo y el entorno. La figura 16 muestra uno de estos artilugios, en este caso desarrollado por Noldus.



Figura 16. Dispositivo acoplado al móvil comercializado por Noldus⁷⁸.

La problemática principal es que en la mayoría de casos no se pueden obtener más que el monitoreo de la interacción, puesto que no realizan un escaneo del seguimiento de los ojos del usuario. Aunque permiten movilidad, son más aparatosos de usar y el usuario puede sentirse incómodo, teniendo en cuenta, entre otros aspectos, el peso extra. Además, no se pueden anclar a todos los dispositivos móviles. Por estos motivos se ha trabajado en otros artilugios que son una versión más ligera, cómoda y adaptable a diferentes dispositivos móviles. Un

⁷⁸ Noldus Inc. Mobile Device Camera: <http://www.noldus.com/human-behavior-research/accessories/mobile-device-camera-mdc>

ejemplo de este tipo de artilugios es el *Claw-Hand*⁷⁹, que como se puede apreciar en la [figura 17](#), es más ligero y permite la adaptación de múltiples cámaras, en función de las necesidades del test.



Figura 17. Dispositivo Claw-Hand anclado tanto a un Smartphone (izquierda de la imagen) como a una Tablet (derecha de la imagen).

El *Claw-Hand*, no realiza tampoco un seguimiento de los ojos pero permite grabar la interacción del usuario, así como sus reacciones, dependiendo del número de cámaras que se instalen en él. Además ofrece más movilidad y la posibilidad de realizar tests en otros escenarios mediante la instalación de cámaras inalámbricas. Sin embargo, en este tipo de dispositivos, la mayoría de fabricantes e investigadores comentan que se obtienen principalmente errores de funcionalidad de la aplicación y mayoritariamente datos cualitativos, tal y como se comenta en [31], [32] y [37].

4.3.3. Tests Remotos

Los tests remotos son una herramienta muy extendida tanto en lo que se refiere a usabilidad tradicional como en la evaluación de la usabilidad móvil, sobretodo aplicada para la evaluación de sitios web, dando en general muy buenos resultados para conocer la satisfacción y las dificultades de uso por parte del usuario final [28], [29], [38], [39] y [40]. Por ello, siguen siendo empleados en lo que se refiere a dispositivos móviles, realizando adaptaciones en algunas de las preguntas de los cuestionarios, así como en las tareas, tratando de incorporar el aspecto de cambio de contexto y otras características de este tipo de dispositivos.

Sin embargo, para aplicaciones offline los datos que se obtienen son bastante más limitados, y simplemente, se pueden llegar a tener en cuenta datos cualitativos, tal y como se comenta en [36] y [39].

A pesar de ello, están muy bien considerados ya que ofrecen la posibilidad de obtener datos reales al utilizar usuarios reales de la aplicación, y también por el hecho de realizar los tests en contextos de uso reales. Además, en la mayoría de los casos se consigue evitar la sensación de

⁷⁹ Sitio web del dispositivo *Claw-Hand*: <http://www.gurtile.com/ppov/2011/07/07/the-claw-mobile-device-usability-testing-jig>

ser observados (la intrusividad), ya que en la mayoría de estos tests el observador no se encuentra presente, tal y como se comenta en [40]. Se suelen incluir cuestionarios de satisfacción, de tal manera que no sólo se pueden obtener datos cuantitativos, sino también los datos cualitativos derivados de los tests.

La única problemática es que en el caso de los tests automatizados mediante algún *script* o similar, se debe tener en cuenta la tecnología donde se está realizando y el sistema operativo, no siendo óptimo el mismo test implementado para navegadores que funcionan en diferentes sistemas operativos, como puede ser el navegador para los dispositivos *Apple*, o el propio de los dispositivos *Android*. Cada tests debe optimizarse teniendo en cuenta el navegador y el sistema operativo al que va destinado para evitar problemas de funcionamiento importantes que podrían ocasionar que el usuario abandone el test.

4.3.4. Técnicas de *Eyetracking*

Una de las técnicas cada vez más valorada y extendida en el estudio de la usabilidad en entornos controlados es la técnica del seguimiento de los ojos. Esta técnica consiste, tal y como se ha explicado en el apartado 1.1.3., en registrar tanto el punto donde se fija la mirada, como el movimiento del ojo en relación con la cabeza.

La problemática radica en que debido a las características propias de los dispositivos móviles, no es técnicamente factible recabar información tan precisa como en el caso de las aplicaciones y portales web para entornos de sobremesa. El reto más importante para la aplicación de las técnicas de *eyetracking* en interfaces móviles se debe al hecho de que las pantallas de estos dispositivos son demasiado pequeñas. Para ser más precisos, a una distancia de 50 cm (es decir, la distancia típica de los ojos en la que se sostiene un teléfono móvil durante su uso), sólo una fijación es necesaria para que el cerebro obtenga una imagen clara y precisa de aproximadamente una cuarta parte de la pantalla. En otras palabras, el ojo a penas se mueve cuando la mirada de la persona cambia entre elementos de la interfaz relativamente próximos [20]. Por lo tanto, utilizar un *eyetracker* para analizar la lectura detallada y los patrones de barrido en un dispositivo móvil presenta fuertes limitaciones, independientemente de la precisión con la que el equipo de *eyetracker* sea capaz de determinar el centro de la fijación [37].

Sin embargo, a pesar de estas limitaciones los esfuerzos de investigación en técnicas de *eyetracking* para tests de usabilidad móvil siguen creciendo, consiguiendo que este tipo de equipamiento proporcione información de forma más o menos fiable acerca de cómo los usuarios interactúan con las interfaces móviles [37]. Tanto es así que existen diferentes equipos de *eyetracking* investigándose y comercializándose actualmente para su aplicación en la evaluación de la usabilidad móvil. No obstante, cabe decir que los resultados que se obtienen de la aplicación de estas técnicas son principalmente cualitativos.

Hay otras técnicas similares al *Eyetracking* en dispositivos móviles, en este caso orientadas al control del móvil mediante el movimiento de los ojos del usuario. Un ejemplo es *EyePhone* [41]. Este programario utiliza la cámara propia del dispositivo móvil con el fin de identificar el punto de la pantalla que el usuario se encuentra mirando. Esta tecnología es aún rudimentaria

debido a que los algoritmos de reconocimiento de los ojos son limitados. Dichos algoritmos rastrean el ojo y calculan el punto de la pantalla que el usuario está mirando. Aparte de las limitaciones en la metodología aplicada, esta tecnología se enfrenta a otros problemas diferentes, principalmente derivados de la movilidad y otros factores contextuales, tales como la luz del día. Además, como se ha comentado anteriormente, se sabe que el seguimiento de la mirada de un usuario es más difícil en un teléfono móvil. Este método sólo puede aplicarse a funciones muy concretas, como seleccionar una aplicación o una opción mediante un parpadeo, y otras interacciones similares basadas en la mirada.

Finalmente, es importante mencionar que no todos los dispositivos móviles tienen una cámara frontal, por lo que este método se limita a los dispositivos que vengan provistos de ella. Existen otros proyectos similares a *EyePhone*⁸⁰, tales como los sistemas de marcación *AOA marker* [42]. Sin embargo, ninguno de estos proyectos emplea este tipo de técnicas de seguimiento de los ojos para estudiar la usabilidad del sistema, sino para ofrecer un mecanismo de interacción basado en la mirada, denominada en inglés *gaze interaction* [43]. La interacción por la mirada permite el control del dispositivo, ya sea un dispositivo móvil o un dispositivo de sobremesa, para realizar las tareas propias del puntero o ratón, a través de la mirada⁸¹. Así pues, permiten la selección de iconos, la navegación por menús e incluso jugar⁸² en los diferentes dispositivos, utilizando técnicas de seguimiento ocular. No obstante, en vez de aplicar la información acerca del seguimiento del ojo para la evaluación de la usabilidad, se emplea para la navegación. Esta técnica es muy empleada en el campo de la accesibilidad, puesto que permite el manejo de un dispositivo a personas con discapacidad motriz.

⁸⁰ *EyePhone Project Site*: http://download.cnet.com/Eye-Phone-Security-Retinal-Scanner/3010-31711_4-75175683.html

⁸¹ Sitio web de Tobii de los productos en tecnologías de interacción de la mirada: <http://www.tobii.com/gaze-interaction>

⁸² Vídeo del uso de un *eyetracker* para realizar interacción por la mirada en el juego de *World of Warcraft*: <http://youtu.be/NBIjWA8CHIs>

Capítulo 5. Caso Especial en Técnicas de *Eyetracking*

Como se ha comentado anteriormente, una de las metodologías que presenta más problemáticas a la hora de ser adaptadas a dispositivos móviles son las técnicas de *Eyetracking*. Aún así, existen diferentes equipos de *Eyetracking* que se comercializan o están siendo investigados para su aplicación en los diferentes dispositivos móviles existentes en el mercado. A continuación se explican los más destacados.

5.1. Equipos Montados en la Cabeza

Los equipos montados en la cabeza suelen ser todos aquellos artefactos que de una manera u otra van acoplados a la cabeza del usuario. El usuario debe llevarlos durante toda la sesión siendo en algunos casos intrusivos y un tanto molestos, dependiendo de si son más similares a unas gafas, o bien son más aparatosos, y por tanto, más similares a un casco. Sus funcionalidades y características son similares en ambos casos, simplemente difieren en la comodidad del usuario mientras realiza el test.

5.1.1. Gafas de *Eyetracking*

Las gafas de *Eyetracking* son unas gafas de la apariencia de las que se pueden observar en la [figura 18](#). Incorporan la tecnología de seguimiento de los ojos, incorporando tanto la cámara como las luces infrarrojas.



Figura 18. Gafas de *Eyetracking* comercializadas por la marca SMI⁸³.

Dichas gafas van obteniendo la información y transmitiéndola mediante *wifi* o *bluetooth*, dependiendo de la marca del equipo, al equipo que almacena la información. A pesar de que éste método simula un entorno más natural de uso, lo que constituye su punto fuerte, hay que destacar el aspecto de que se pierde mucha información. Esto se debe a que el usuario no

⁸³ SMI Eyetracking. Eyetracking Glasses: <http://www.eyetracking-glasses.com/>

suele estar centrado únicamente en mirar el dispositivo móvil, tal y como se explica en [20] y [37]. Por otro lado, tampoco ofrecen máxima flexibilidad de movimientos en campo exterior, puesto que el dispositivo de recogida de datos debe permanecer a cierta distancia.

Cabe destacar también que tecnológicamente son limitadas, ya que no permiten explotar completamente todas las particularidades típicas del programario de *Eyetracking*, puesto que no pueden recoger suficientes datos. Como se puede apreciar en la **figura 19**, principalmente hacen un seguimiento del movimiento del ojo (grabando dicho movimiento) y monitorizan la interacción del usuario con el dispositivo móvil, es decir, qué teclas o botones aprieta según [37] y [18]. Por tanto, debido a las limitaciones tecnológicas, la mayoría de datos que se obtienen son cualitativos.

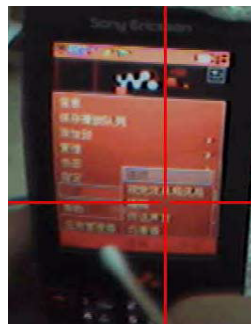


Figura 19. Captura de la información obtenida mediante las gafas extraída de [20].

Es importante mencionar que en la actualidad existen diversos grupos de investigación trabajando en el desarrollo de software y hardware de código libre, así como en la confección de equipos de *eyetracking* tales como gafas o equipos similares. En estos proyectos se procura, además de monitorizar los ojos del usuario y las actividades en el dispositivo, almacenar información relacionada con las entradas por pantalla o interacción con los botones. Los dos proyectos más relevantes son el *EyeExpress Tracker software*⁸⁴ y el proyecto *OpenEyes*⁸⁵. Sin embargo, dichos proyectos aún están en desarrollo y, por desgracia, todavía no se han podido presentar resultados significativos. La **figura 20** muestra algunas imágenes de los mismos, donde se pueden apreciar las grabaciones que se obtienen y el equipo de *eyetracker*, tal y como queda montado cuando lo utiliza el usuario.

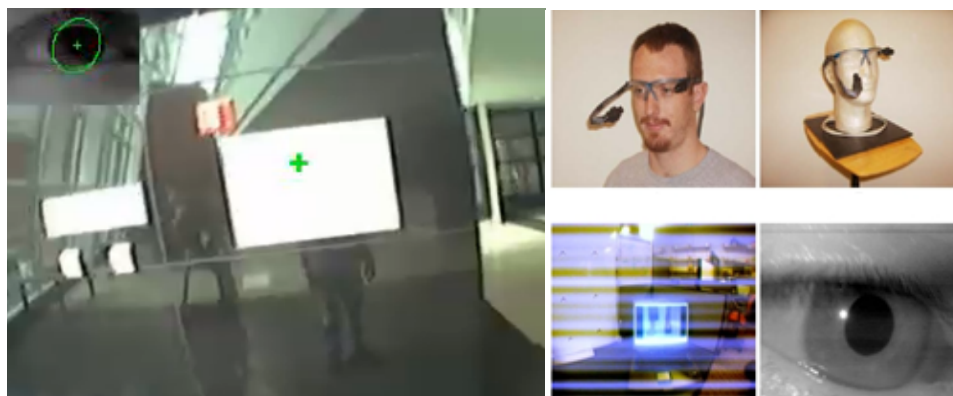


Figura 20. Equipo y captura de las visualizaciones que se obtienen con el proyecto OpenEyes.

⁸⁴ Proyecto *EyeExpress*: <http://xpresstracker.sourceforge.net/>

⁸⁵ Proyecto *OpenEyes*: <http://thirtysixthspan.com/openEyes/videos.html>